EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

5th International Scientific and Practical Conference

SCIENTIFIC RESEARCH: EMERGING THEORIES AND PRACTICAL BREAKTHROUGHS

ISSUE №106

eoss-conf.com

September 21-23, 2026
Edinburgh, Scotland



EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference

"Scientific Research: Emerging Theories and Practical Breakthroughs"

September 21-23, 2026

Edinburgh, Scotland

Collection of Scientific Papers

Scotland, 2026

UDC 01.1

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research: Emerging Theories and Practical Breakthroughs» (September 21-23, 2026, Edinburgh, Scotland). European Open Science Space. 2026.

ISBN 979-8-89704-972-1 (series)
DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026

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

The conference is registered in the database of scientific and technical events of UkrISTEI to be held on the territory of Ukraine (Certificate №560 dated 28.07.2026).

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

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

ISBN 979-8-89704-972-1

EUROPEAN OPEN SCIENCE SPACE

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

CONTENT

Section: Accounting and Taxation

Проскуріна Н.М., Коновалова А.В., Харченко А.Г.
УДОСКОНАЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА…….. 12

Section: Agricultural Sciences

Ткачук О., Шевчук О., Борщевська О.
ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ЗИМУЮЧОГО ГОРОХУ ЗА ДІЇ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ…… 17

Section: Architecture and Construction

Mukhanbediarova B.Zh.
THE DEVELOPMENT OF THE FORMATION OF COMPOSITIONAL TASKS OF ORNAMENTS IN ARCHITECTURAL DESIGN…… 19

Оскирко О.Ю., Хуторна О.О., Олійник В.І.
КАПІТАЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД…….. 24

Section: Art History and Literature

Школа О.Е.
ОЛЕКСАНДР МИШУГА ЯК ПЕДАГОГ: СТАНОВЛЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ВОКАЛЬНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ……... 27

Богачова - Стрєльцова Л.Г.
ПРОБЛЕМИ ВОКАЛЬНО-СТИЛЬОВОЇ ІНТЕРПРИТАЦІЇ ВИКОНАННЯ ВОКАЛЬНИХ ТВОРІВ ЕПОХИ БАРОККО В КЛАСІ АКАДЕМІЧНОГО СПІВУ…….. 31

Гаврилюк Н.
ПОНЯТТЯ «КРАСА» В ПОЕЗІЇ МАКСИМА РИЛЬСЬКОГО……... 34

Section: Biology and Microbiology

Abdullayeva Sh.
THE İMPACT OF FUNGAL PATHOGENS ON CEREAL CROPS AND NEW APPROACHES TO THEİR CONTROL……. 41

Kukurudza D., Saulenko K., Bezdieniezhnykh N.
SENSITIVITY OF HUMAN MELANOMA CELLS WITH DIFFERENT DEGREE OF MALIGNANCY TO THE ANTITUMOR EFFECTS OF INTERFERON-α 2b……. 44

Ківганов Д., Стойловський В.
ПРОРИВНІ ПІДХОДИ ДО ДОВГОСТРОКОВОГО ФЕНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ: ТЕМПЕРАТУРНІ ТРИГЕРИ ВИХОДУ РУКОКРИЛИХ З ГІБЕРНАЦІЇ……. 46

Section: Botany and Forestry

Шевчук О., Глухова І.
СИСТЕМАТИЧНІ ТА БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ОКОЛИЦЬ МІСТА ВІННИЦЯ…… 50

Section: Ecology and environmental protection

Balaxanova Q.V.
EKOSİSTEMLƏRDƏ BİOTİK VƏ ABİOTİK KOMPONENTLƏRİN QARŞILIQLI ƏLAQƏLƏRİ VƏ FUNKSİONAL TƏŞKİLİNİN EKOLOJİ TƏHLİLİ……... 53

Balakhanova G.V.
DIDACTIC POSSIBILITIES OF USING CONCEPTUAL MODELS IN TEACHING FOOD CHAINS AND TROPHIC RELATIONSHIPS…… 61

Section: Economy

Uhodnikova O., Rudachenko O., Troian V., Viatkin K.
INVESTMENT AND MARKETING CONCEPT FOR ENHANCING THE POTENTIAL OF TERRITORIAL COMMUNITIES AND REGIONS: THEORETICAL APPROACHES AND IMPLEMENTATION PRACTICE…… 77

Веремеєнко О., Сколибог С.
ЧИННИКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ НА ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ……. 81

Melnychuk D.
ECONOMETRIC FORMALIZATION OF THE ENDOGENOUS FRAMEWORK OF HUMAN CAPITAL: NON-LINEAR AND STRUCTURAL MODELS…… 82

Голубкін С.
ПІДХОДИ ДО ФІНАНСОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ…….. 84

Чорній Д.О.
АГРОПРОДОВОЛЬЧИЙ РИНОК ПІВДНЯ УКРАЇНИ: РЕСУРСИ, ЛОГІСТИКА ТА СТРУКТУРНІ ЗМІНИ…… 87

Тарічева М.
ТРАНСФОРМАЦІЯ НАВИЧОК ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ШВИДКОЇ ЦИФРОВІЗАЦІЇ……... 91

Тарасюк О.В.
НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ЯК ЧИННИК ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ…. 94

Section: Finance and Banking

Круш В.
РОЛЬ БЮДЖЕТУВАННЯ В СИСТЕМІ ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ……... 97

Section: History and Cultural Studies

Hryhoruk N.
ECONOMIC CONDITIONS AND POLITICAL STRUGGLE IN PORTUGAL IN THE MID- TO SECOND HALF OF THE 19TH CENTURY……. 102

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

Rudnikova V., Rusinov V.
OVER-ENGINEERING AS AN ANTI-PATTERN IN SOFTWARE ARCHITECTURE……. 106

Пасєка Б.В., Мокін Б.І.
ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО РУХУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ В МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ВОДІЄМ…….. 108

Лисенко Є.І., Калюжна Н.Г.
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ…….. 112

Kalashnyk V., Melnyk G.
EVALUATING THE IMPACT OF ROUTE CONVERGENCE ON APPLICATION SERVICE AVAILABILITY IN AN EDUCATIONAL NETWORK TESTBED……. 115

Кадырова Л.Б., Тайтулеуов Б.М., Кабылда Е.К.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ……... 120

Section: Jurisprudence

Рижко К.А.
НОВЕЛИ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ МАЙНОВИХ ВІДНОСИН ПОДРУЖЖЯ У ПРОЄКТІ НОВОГО ЦИВІЛЬНОГО КОДЕКСУ УКРАЇНИ…….. 124

Марієнко А.О.
ВІКТИМОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТОКСИЧНОГО ЛІДЕРСТВА В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ: ВПЛИВ НЕГАТИВНИХ ЕМОЦІЙ КЕРІВНИКА НА ВІКТИМІЗАЦІЮ КОЛЕКТИВУ…….. 129

Sakaly M.
THE ESSENCE OF FINANCE: ECONOMIC FUNCTIONS, LEGAL FRAMEWORK FOR THE FORMATION AND UTILISATION OF FUNDS……... 132

Сирота О.
МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ТА ЗНОСУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ТЕРМІНАЛІВ СУПУТНИКОВОГО ІНТЕРНЕТУ (ТИПУ STARLINK МОДИФІКАЦІЙ V3 ТА V4) БЕЗ РОЗБИРАННЯ…….. 136

Глущак Н., Горбенко А., Гриськов Д., Колочавин М.
ПРОБЛЕМИ КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ ШАХРАЙСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ DEEPFAKE-ТЕХНОЛОГІЙ... 140

Section: Management, Public Administration and Administration

Malakhova T.
IMPROVING MECHANISMS OF COOPERATION AMONG TERRITORIAL COMMUNITIES UNDER DECENTRALIZATION AND MARTIAL LAW…….. 145

Section: Marketing and Advertising

Решміділова С., Михальчук О.
УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ СПОЖИВАЧІВ У СИСТЕМІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА…… 149

Литвишко Л.О., Купрієнко О.О.
ВПЛИВ АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ РЕКЛАМНИМИ КАМПАНІЯМИ… 154

Section: Mechanics and Electrical Engineering

Хоречко Н., Кривонос О.
ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ESP32 У СЕРЕДНІЙ ОСВІТІ: РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ……... 157

Section: Medicine

Chaikin R.I., Nosov A.M., Oleshko T.B., Oleshko O.M.
THE ROLE OF GENE POLYMORPHISMS OF THE HYPOTHALAMIC-PITUITARY-ADRENAL AXIS IN THE DEVELOPMENT OF POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER…… 160

Svyrydova N., Chupryna G., Sereda V., Mykytei O.
INTERRELATION BETWEEN ENDOCRINE AND NEUROLOGICAL PATHOLOGY: ACUPUNCTURE VIEW ON MECHANISMS, CORRECTION IN THE PROCESS OF REHABILITATION AND CASE ANALYSIS…… 162

Панасенко Н.Ю., Іванова Л.А.
ГОСТРИЙ ЛАРИНГОТРАХЕЇТ У ДІТЕЙ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МЕНЕДЖМЕНТУ ЗАХВОРЮВАННЯ НА ПРИКЛАДІ КЛІНІЧНОГО ВИПАДКУ…… 167

Кулик Д.Є., Мурашкіна А.О., Візір М.О.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕДИКАМЕНТОЗНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ХВОРОБІ КРОНА…… 171

Maksymenko A.
UNRAVELING PREGNANCY LOSS: HOW GENETIC TESTING OF FETAL TISSUE SHEDS LIGHT ON CHROMOSOMAL ABNORMALITIES……... 174

Моржецький О.В., Єсаулов М.Ю., Боголій С.М.
ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ТАКТИЧНОЇ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ЯК ОСНОВА ПІДВИЩЕННЯ ШАНСІВ НА ВИЖИВАННЯ ГРОМАДЯН УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ…….. 178

Hryvkova L.V., Zotov O.S., Hryvkov S.S.
METABOLIC MONITORING DURING PI3K/AKT PATHWAY INHIBITION IN HR-POSITIVE/HER2-NEGATIVE ADVANCED BREAST CANCER: FROM BASELINE RISK ASSESSMENT TO EARLY INTERVENTION…… 182

Section: Military affairs and national security

Станімак О., Шмиголь В., Калеников Р.
АНАЛІЗ ВИКЛИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ З ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ (OSINT) У СУЧАСНИХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ……. 190

Шмиголь В., Станімак О., Калеников Р.
АНАЛІЗ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ У СУЧАСНОМУ БЕЗПЕКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ……. 194

Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering

Лужанська Г.В., Рєпін Ю.С., Гринько Є.О., Шапіро Д.В.
ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРУ НЕК ДЛЯ ГОТЕЛІВ ТА РЕКРЕАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ…….. 197

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

Шкулка М., Задільська Г.
ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ЧИТАННЯ……... 201

Jalilova S.Kh.
AN AI-SUPPORTED INQUIRY AND EXPERIMENTAL LEARNING FRAMEWORK FOR PHYSICS EDUCATION……... 209

Широких О.О., Вакула В.Ю.
СУЧАСНІ МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ КУРСІВ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ ГАЛУЗІ.. 214

Синенька В., Погоріла А.
МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МОДАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ УЧНІВ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ…….... 218

Bliashevska A., Krevska K.
INCLUSIVE TEACHING METHODS AT THE LESSON "I EXPLORE THE WORLD"…….... 228

Kravets O.
NEWLY COINED WORDS IN MODERN ENGLISH AND THEIR USAGE IN EVERYDAY LIFE……. 230

Здіховська Т.В., Денисюк Д.В.
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ЧИТАННЯ ТА УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ…… 234

Kattayeva G.K., Makhmudjonova N.M.
PEDAGOGICAL MECHANISMS FOR ASSESSING NORMATIVE PATTERNS OF CHILDREN'S COGNITIVE DEVELOPMENT…… 238

Строкаль О.
ПОХІДНІ З КОРЕНЕМ -ВИШН′/ВИШЕН′- У МОВНІЙ КАРТИНІ СВІТУ ПОЕЗІЇ «ЖИВ КОЛИСЬ НЕДОЛУГИЙ САДІВНИК…» О. ДОВГОГО…… 244

Section: Pharmaceutics

Bozhbanbayeva G., Kudaibergen A.
CHITOSAN AS A BIODEGRADABLE POLYMER WITH ANTIMICROBIAL POTENTIAL: SYNTHESIS METHODS, MECHANISMS OF ACTION, AND BIOMEDICAL APPLICATIONS…. 248

Section: Philosophy

Shamsutdynova-Lebediuk T., Lishchuk O.
THE CONFESSIONAL FACTOR OF UKRAINIAN IDENTITY IN THE 17TH–18TH CENTURIES…… 261

Section: Physical and mathematical sciences

Vidmachenko A.P.
EVIDENCE OF CRYOVOLCANISM ON NEPTUNE'S MOON TRITON…… 265

Nahornyi M.S., Tereshchuk O.V., Sokulska N.B.
FORMALIZATION OF THE ARGUMENT VERIFICATION PROCESS IN MILITARY ANALYTICS BASED ON MATHEMATICAL LOGIC… 276

Jalilova R.Q.
STUDY OF THE INFLUENCE OF THE DISEQUILIBRIUM EFFECT ON THE OIL YIELD OF MULTILAYER FORMATIONS……. 281

Section: Psychology

Крючкова Ю., Федорченко А.
КОМУНІКАТИВНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА…… 284

Котляр О.
ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОВІРИ ДО ОСОБИСТОГО БРЕНДУ ПІДПРИЄМЦЯ……. 289

Левченко В., Літинська О.
ОСОБИСТІСНИЙ АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ: ГЕНДЕРНИЙ АСПЕКТ…… 292

Косенко Н., Карасьова М.
ТЕМПЕРАМЕНТ ЯК ЧИННИК ІНДИВІДУАЛЬНОГО СТИЛЮ ТВОРЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБИСТОСТІ……. 295

Стахова О.О., Стецюк А.В.
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ КОРЕКЦІЇ ЗВУКОВИМОВИ У ДОШКІЛЬНИКІВ ЗАСОБАМИ АРТИКУЛЯЦІЙНОЇ ГІМНАСТИКИ.. 298

Section: Social Work and Consultation

Гурова Д., Ковальський В.
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ……. 301

Section: Technical Sciences

Zhiguts Y., Ignatyshyn M., Krechun B.
COMBINED SYNTHESIS AND PROCESSING OF MATERIALS USING SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS… 306

Oliinyk Y., Storchak Y.
INTELLIGENT ADAPTIVE ASYNCHRONOUS DRIVE CONTROL BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE…….. 309

Потапенко М., Шаршонь В.
ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОРОЗРЯДНОГО БЛОКА ЕЛЕКТРООЗОНАТОРА…….. 311

Oliinyk Y., Savchenko Y.
ANALYSIS OF POWER CONSUMPTION MODES OF A PUBLIC BUILDING AND WAYS TO MINIMIZE ENERGY CONSUMPTION…. 314

Костильов Д.О., Вишневська Н.О.
ТЕХНІЧНІ ТА ІНФРАСТРУКТУРНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ МОБІЛЬНОСТІ В СИСТЕМІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ…….. 316

Кузавков В., Ланко А.
ОЦІНЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДМОВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ…….. 320

Фафлей І.Я., Рачкевич Р.В.
ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ КОНТАКТНОГО ТИСКУ В УЩІЛЬНЕННІ СВЕРДЛОВИННОГО ПАКЕРА МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ…….. 323

Section: Veterinary Medicine

Мартинишин В.П.
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ 4-((3,4-ДИМЕТОКСИБЕНЗИЛІДЕН)АМІНО)-5-(2-ФЛУОРОФЕНІЛ)-4Н-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТІОЛУ – ДІЮЧОЇ РЕЧОВИНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРОТИГРИБКОВОГО КРЕМУ «VM-1 14%»…….. 328

Section: Accounting and Taxation

УДОСКОНАЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Проскуріна Неля Миколаївна
доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри обліку та оподаткування
Коновалова Анастасія Вікторівна
викладач кафедри обліку та оподаткування
Харченко Анастасія Геннадіївна
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

Фінансова звітність є основним інформаційним джерелом для оцінювання фінансового стану, результатів діяльності та руху грошових коштів підприємства. Достовірність її показників визначає обґрунтованість рішень власників, керівництва, інвесторів і кредиторів. Водночас ускладнення господарських операцій, цифровізація обліку, використання інтегрованих інформаційних систем і зростання ризику шахрайства зумовлюють необхідність удосконалення внутрішнього контролю формування фінансової звітності.

Відповідно до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» відповідальність за організацію бухгалтерського обліку, фіксування господарських операцій у первинних документах, збереження документів, регістрів і звітності несе власник або уповноважений орган, який здійснює керівництво підприємством [1]. Тому внутрішній контроль формування фінансової звітності є не лише функцією бухгалтерської служби, а й складовою корпоративного управління.

Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 визначає метою фінансової звітності надання користувачам повної, правдивої та неупередженої інформації про фінансовий стан і результати діяльності підприємства, рух його грошових коштів та зміни у власному капіталі [2]. Досягнення цієї мети потребує контролю всього обліково-звітного циклу – від первинного визнання господарської операції до складання і подання звітності.

Внутрішній контроль формування фінансової звітності доцільно визначати як сукупність організаційних заходів, процедур, інформаційних технологій і дій відповідальних осіб, спрямованих на отримання обґрунтованої впевненості у повному, своєчасному та достовірному відображенні господарських операцій, правильності їх оцінки, класифікації, узагальнення і розкриття у звітності.

Це визначення узгоджується з концепцією COSO, яка охоплює п’ять взаємопов’язаних компонентів внутрішнього контролю: контрольне

середовище, оцінювання ризиків, контрольні заходи, інформацію та комунікацію, моніторинг [3]. Однак на практиці контроль часто зводиться до арифметичної перевірки показників і зіставлення оборотно-сальдової відомості з формами звітності наприкінці періоду, тобто має реактивний характер.

До основних недоліків належать нечіткий розподіл повноважень; недостатнє розмежування функцій ініціювання, санкціонування, відображення і перевірки операцій; орієнтація переважно на строки подання звітності, а не на ризики її суттєвого викривлення; проведення більшості перевірок лише під час річного закриття; недостатній контроль бухгалтерських оцінок та подій після дати балансу; надмірне використання ручних процедур і відсутність єдиного електронного контрольного сліду.

Удосконалення внутрішнього контролю доцільно здійснювати на основі ризик-орієнтованого підходу, спрямовуючи контрольні ресурси на об’єкти обліку та статті звітності з найвищою ймовірністю і потенційним впливом викривлення. Виявлені ризики необхідно пов’язувати з твердженнями фінансової звітності щодо існування, прав і зобов’язань, повноти, точності, оцінки, розподілу між звітними періодами, класифікації та подання інформації [4].

Запропонований підхід ґрунтується на взаємозв’язку: «ризик суттєвого викривлення – твердження фінансової звітності – контрольна процедура – цифрове підтвердження її виконання – відповідальна особа – реагування на відхилення». Ключові ризики та відповідні заходи контролю узагальнено в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні напрями вдосконалення внутрішнього контролю формування фінансової звітності

Етап формування звітності	Основні ризики	Запропоновані контрольні заходи
Первинне визнання та відображення операцій	Неповне, несвоєчасне або недостовірне відображення господарських операцій	Розмежування повноважень; перевірка первинних документів; автоматичний контроль дублікатів, пропусків і нетипових операцій
Узагальнення облікових даних	Помилки в оцінці, класифікації та розподілі операцій між звітними періодами	Звірка даних аналітичного і синтетичного обліку; контроль бухгалтерських оцінок; аналіз незвичайних сальдо та ручних проведень
Закриття звітного періоду	Пропущені операції, неузгоджені показники та необґрунтовані коригування	Застосування контрольного переліку закриття; визначення відповідальних осіб і строків; незалежне погодження суттєвих коригувань
Складання і подання звітності	Неповне розкриття інформації та невідповідність показників установленим вимогам	Перевірка внутрішньоформових і міжформових співвідношень; контроль повноти приміток; підсумкове погодження звітності
Моніторинг системи контролю	Повторення помилок і несвоєчасне усунення виявлених недоліків	Реєстрація відхилень; визначення коригувальних заходів; контроль строків їх виконання; періодичне тестування ефективності процедур

Джерело: розроблено автором на основі [3-5].

Таблиця систематизує зміст контролю за основними сегментами обліково-звітного процесу, тоді як його організаційну послідовність відображає запропонована ризик-орієнтована модель (рис. 1).

Модель охоплює шість послідовних етапів: визначення периметра контролю; ідентифікацію та оцінювання ризиків; проєктування процедур; їх виконання з формуванням цифрового доказу; оцінювання відхилень; моніторинг і вдосконалення системи.

На першому етапі встановлюються суттєві статті звітності, пов'язані бізнес-процеси, інформаційні системи, підрозділи та відповідальні особи. Далі щодо кожної суттєвої статті визначаються можливі викривлення, відповідні твердження звітності, ймовірність їх виникнення та потенційний вплив.



Рис. 1 – Ризик-орієнтована модель внутрішнього контролю формування фінансової звітності підприємства

Джерело: розроблено автором на основі [3; 4].

За результатами оцінювання ризиків проєктуються превентивні й детективні, ручні та автоматизовані процедури, визначаються відповідальні особи і критерії прийнятності результатів. Виконання контролю підтверджується електронним погодженням, журналом змін, звітом про винятки, результатами звірки або іншим цифровим доказом.

Виявлені відхилення оцінюються за причиною, характером, сумою, суттєвістю та впливом на інші показники. Результати моніторингу використовуються для перегляду ризиків і контрольних процедур, що надає моделі циклічного характеру. Отже, таблиця визначає зміст контролю, а рисунок – послідовність його практичної організації.

Організаційною передумовою реалізації моделі є розмежування відповідальності відповідно до Моделі трьох ліній Інституту внутрішніх аудиторів [5]. Перша лінія – власники бізнес-процесів і бухгалтерська служба – здійснює операції та поточний контроль; друга – функції управління ризиками, фінансового контролю і комплаєнсу – забезпечує методологічний супровід; третя – внутрішній аудит – надає незалежну оцінку належності та ефективності системи контролю.

Для впорядкування процедур доцільно затвердити регламент закриття звітного періоду, визначивши календар операцій, обов’язкові звірки, відповідальних виконавців, критерії суттєвості, порядок погодження результатів і внесення коригувань. Окремо слід документувати методики, джерела даних і ключові припущення щодо резервів, забезпечень, справедливої вартості та інших бухгалтерських оцінок; істотні судження повинна перевіряти особа, не залучена до первинного розрахунку.

Цифровізація контролю має забезпечувати не лише скорочення трудомісткості перевірок, а й безперервний електронний контрольний слід. Доцільно автоматизувати пошук дублікатів і пропусків у документах, нетипових кореспонденцій рахунків, операцій понад установлені ліміти, ручних проведень наприкінці періоду, від’ємних залишків та несанкціонованих змін довідникових даних.

Надійність таких процедур залежить від загальних засобів інформаційно-технологічного контролю: рольового доступу, розмежування несумісних повноважень, резервного копіювання, контролю змін програмного забезпечення, захисту інформації, перевірки обміну даними між системами й аналізу журналів активності користувачів.

Результативність системи доцільно оцінювати за кількістю і сумою невиправлених помилок, часткою несвоєчасно виконаних процедур, кількістю ручних коригувань після закриття періоду, тривалістю закриття, часткою автоматизованих контролів, повторюваністю порушень та виконанням коригувальних заходів. Кількісні індикатори слід доповнювати періодичним тестуванням належності побудови й операційної ефективності ключових процедур.

Виявлені недоліки необхідно класифікувати за рівнем ризику та впливом на звітність. Для кожного суттєвого відхилення встановлюються коригувальний захід, відповідальна особа, строк усунення і спосіб перевірки результату, а повторне порушення розглядається як ознака системної проблеми.

Таким чином, удосконалення внутрішнього контролю передбачає перехід від підсумкової перевірки сформованих показників до безперервного ризик-орієнтованого контролю обліково-звітного процесу. Наукова цінність запропонованого підходу полягає в поєднанні ризиків суттєвого викривлення, тверджень фінансової звітності, контрольних процедур, цифрових доказів, персональної відповідальності та моніторингу.

Практична реалізація запропонованих заходів сприятиме попередженню і своєчасному виявленню помилок, підвищенню простежуваності облікових даних, обґрунтованості бухгалтерських оцінок, захищеності інформаційних систем і, як наслідок, достовірності фінансової звітності.

Список використаних джерел

1. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 № 996-XIV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text (дата звернення: 15.09.2026).
2. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності» : затверджено наказом Міністерства фінансів України від 07.02.2013 № 73. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13#Text (дата звернення: 15.09.2026).
3. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. Internal Control – Integrated Framework: Executive Summary. Durham, NC : COSO, 2013. URL: https://www.coso.org/internal-control (date of access: 15.09.2026).
4. International Auditing and Assurance Standards Board. International Standard on Auditing 315 (Revised 2019): Identifying and Assessing the Risks of Material Misstatement. New York : International Federation of Accountants, 2019. URL: https://www.iaasb.org/publications/isa-315-revised-2019-identifying-and-assessing-risks-material-misstatement (date of access: 15.09.2026).
5. The Institute of Internal Auditors. The IIA's Three Lines Model: An Update of the Three Lines of Defense. Lake Mary, FL : The Institute of Internal Auditors, 2020. URL: https://www.theiia.org/en/content/position-papers/2020/the-iias-three-lines-model-an-update-of-the-three-lines-of-defense/ (date of access: 15.09.2026).

Section: Agricultural Sciences

ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ЗИМУЮЧОГО ГОРОХУ ЗА ДІЇ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

Ткачук Олеся
к.б.н., доцент
Шевчук Оксана
к.б.н., доцент
Борщевська Олена
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра біології
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Україна

Вступ. Горох посівний (Pisum sativum L.) є важливою зернобобовою культурою, що має значне продовольче, кормове та агротехнічне значення. Його цінність зумовлена високим вмістом рослинного білка, збалансованим амінокислотним складом та здатністю до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що сприяє підвищенню родючості ґрунту та зменшенню потреби в мінеральних азотних добривах.

Сучасні технології вирощування гороху потребують пошуку ефективних і екологічно безпечних способів підвищення його продуктивності. Одним із перспективних напрямів є застосування бактеріальних препаратів та регуляторів росту, які можуть активізувати фізіолого-біохімічні процеси, покращувати мінеральне живлення, стимулювати ріст і розвиток рослин та підвищувати їхню стійкість до несприятливих чинників [2, 3]. У зв'язку з цим дослідження ростових процесів і продуктивності гороху посівного за дії бактеріальних та рістстимулюючих препаратів є актуальним як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

Мета роботи. Дослідити ростові процеси та продуктивністье зимуючого гороху за дії рістстимулюючих і бактеріальних препаратів та позакореневих підживлень добривами.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у 2025–2026 роках на посівах зимуючого гороху сорту Балтрап. Вивчали вплив передпосівної обробки насіння регулятором росту Марс EL, інокулянтом Бінітро Горох, їх комбінації та позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Кальцій Бор і Plantonit Faba. Двофакторний польовий дослід закладали у п'ятикратній повторності на ділянках площею 1 м². Контролем був варіант із фоновим удобренням $N_{45}P_{45}K_{45}$. Визначали площу асиміляційної поверхні загальноприйнятими методами [1].

Результати. За результатами польових досліджень встановлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння регулятором росту Марс EL, бактеріальним препаратом Бінітро Горох, їх комплексного застосування, а також позакореневих підживлень на формування асиміляційної поверхні зимуючого гороху сорту Балтрап. Дослідження проводили на фоні мінерального удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ у фазі бутонізації–цвітіння.

У контрольному варіанті площа прилистків становила 22,12 тис. м²/га. Одноразове позакореневе підживлення препаратом Вуксал Кальцій Бор підвищувало цей показник до 23,08 тис. м²/га, або на 4,3 % порівняно з контролем, тоді як дворазове підживлення забезпечувало зростання до 24,93 тис. м²/га (+12,0 %).

Передпосівна обробка насіння Марс EL сприяла збільшенню площі прилистків до 23,18 тис. м²/га (+4,7 %), Бінітро Горох – до 22,86 тис. м²/га (+3,3 %), а їх комплексне застосування – до 23,67 тис. м²/га (+7,0 %). Поєднання передпосівної обробки з позакореневими підживленнями посилювало позитивний ефект: за дворазового підживлення площа прилистків становила 25,21; 25,04 та 25,38 тис. м²/га відповідно для варіантів Марс EL, Бінітро Горох та їх комплексного застосування.

Висновки. Найвищий показник площі прилисткової поверхні (25,38 тис. м²/га) сформувався за комплексного застосування Марс EL + Бінітро Горох у поєднанні з дворазовими позакореневими підживленнями. Загалом результати підтверджують ефективність поєднання передпосівної обробки насіння та позакореневого живлення для оптимізації формування асиміляційної поверхні зимуючого гороху.

Список використаних джерел

1. Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. К. : Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.
2. Шевчук В. В. (2022). Вплив технологій вирощування на особливості формування фотосинтетичного апарату гороху озимого. Вісник Уманського національного університету садівництва. № 2. С. 45–51. https://doi.org/10.32782/2310-0478-2022-2-45-51
3. Шевчук О. А., Поливаний С. В., Ходаніцька О. О., Ткачук О. О., Матвійчук О. А. (2021). Дія бактеріального та стимулюючого препаратів на проростання насіння гороху ярого. Біологія та екологія. Т. 7. № 2. С. 55–61. https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261547

Section: Architecture and Construction

THE DEVELOPMENT OF THE FORMATION OF COMPOSITIONAL TASKS OF ORNAMENTS IN ARCHITECTURAL DESIGN

Mukhanbediarova Bibinur Zhenisbaevna
co-holder of the degree of Doctor of Philosophy (PhD)
Samarkand state technical university named after Mirzo Ulugbek

Аннотация. Замонавий босқичда архитектура дизайни ўзига нисбатан юқори эътибор талаб қилмоқда. Маълумки, бадиий-эстетик безакдаги орнаментлар (нақшлар) даврнинг атроф-муҳитга бўлган муносабатини ифодалаш воситаси ҳисобланади. Миллий дизайн хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда, анъаналарни давом эттиришнинг янги йўлларини излашни шакллантириш ва уларни тарғиб қилиш долзарб вазифага айланиши лозим.

Калит сўзлар: орнамент (нақш), рамзий шакллар, орнамент ва рамзий тизимлар, композицион ечимлар, шаклланиш концепциялари.

Аннотация. На современном этапе архитектурного дизайна требует к себе повышенного внимания. Известно, что орнаменты в художественно-эстетическом оформлении являются средством выражения отношения эпохи к окружающему миру. Актуальным делом должно стать формирование нового поиска путей продолжения традиций с сохранением особенностей национального дизайна, их пропаганда.

Ключевые слова: орнамент, знаковые формы, орнаментальные и знаковые системы, композиционные решения, концепции формирования.

Abstract. At the modern stage, architectural design demands increased attention. It is well known that ornaments in artistic and aesthetic design serve as a means of expressing an era's relationship to the surrounding world. The active search for new ways to carry forward traditions, while preserving and promoting the distinct features of national design, must become a matter of immediate relevance.

Keywords: ornament, symbolic forms, ornamental and symbolic systems, compositional solutions, concepts of formation.

The architectural environment of a large city reacts sensitively to all events taking place in society. The independence and the associated radical changes in the political, economic and social spheres of life in Kazakhstan have significantly affected the architectural appearance of its largest cities. Also, the most important event in the history of the formation of the state was the transfer of the official capital from Almaty to Astana. This gave a powerful impetus to the development of Astana, its reconstruction and renovation. The status of the official capital of the state required a change in the entire appearance of the city and the introduction of attributes of state power into its architectural fabric, which caused a surge of creative activity in the

development of a new master plan for Astana and the design of unique architectural structures. The involvement of world-renowned architects and urban planners for the construction of the new capital has given it international status [1].

If the architectural environment of new Astana began to be created practically from a "blank slate", and the directions of its development are primarily due to the creation of the image of the modern capital of the state. A similar period of accelerated construction of the capital (then Alma Ata) began after 1929 with the transfer of the capital from the Ak Mosque (today's Kyzylorda). In a fairly short period of time, a large number of public and administrative buildings appeared, forming the image of a real capital [2]. Further formation The city was also reflected in its architectural style, which has several stages in its development. Each subsequent stage inherited from the previous time the results of material activity, testifying to the spirit, tastes, lifestyle, economic and technical capabilities, and needs of the era, which undoubtedly reflected and continues to be reflected in the peculiar architecture of the city. An element of cultural self-identification can be various ornamental and sign systems that perform the function of preserving, reproducing and broadcasting ethnic culture [3].

In human perception, the architectural and spatial environment of the city acts as a system of alternating and interacting emotional and aesthetic signs, symbols and images visible in architectural objects. Throughout the history of the development of civilization, this system has determined the emotional, aesthetic, symbolic and imaginative perception of the human worldview. Some sign systems had similar meanings among different peoples and existed for a long time, while others reflected different epochs and historical events and were temporary in nature [4].

In the description of the art form, the important importance of the original iconic foundations of the artistic language of architecture is emphasized, which consists of symbolic meanings historically fixed in the human consciousness: individual lines, shapes and figures consciously used in architecture in early epochs and which have retained their original meaning in many ways today.

Petroglyphs are one of the stable sign systems. Being, in fact, the oldest sign systems in the territory of modern Kazakhstan, they give a general idea of the worldview and way of life of that time. Historically, the nomadic way of life has united groups of tribes in the vast expanses of Kazakhstan, having different origins, but connected by a certain community. Common cultural foundations were born out of long-term neighborhood and communication. In the nomadic Kazakh society, one can see a complex network of interconnected, overlapping human relationships. This required such an organization of society, which made it possible to avoid possible conflicts and contributed to the creation of flexible relationships [5].



Having developed the idea of the family, the nomads created a system in which the tribal principles served as both the basis of political power and a model of economic organization. This system of society is reflected in the generic signs. The tribal signs of the nomads developed into a clear system, which reflected the changes in the tribal structure caused by the growth, merger and separation of families. This was reflected in the appearance of new signs and the modification of existing ones. A complex and stable system in architecture and decorative and applied arts is an ornament, which is a multi-valued system, the formation of which is influenced by natural and climatic conditions, the palette of objects used in everyday life, mythological and religious beliefs.

Kazakh ornament is an important part of the world ornamental culture, Kazakh ornament is associated with the entire history of the Kazakh people, which has highly developed and deep historical roots [6]. A significant part of the ornamental motifs found mass expression in various elements of the nomadic dwelling, turning the yurt into an integral work of all art. The motifs of ornaments of Kazakhstan were formed in the distant past and in the process of development, in accordance with the socio-political system, there was a further stylization of the original elements of the ornament. Architecture in the life of the Kazakh people is one of the highest manifestations of its material and artistic culture. Ornaments and motifs in architecture reflect its history, and it has been proven to everyone that every nation, developing national forms of its architecture, turns primarily to its national heritage, explores it, and reveals its values.

Ornament, an artistic and aesthetic means of decorating the living environment, was one of the most difficult tasks of art.: an expression of attitude towards the world. Each epoch, style or national culture develops its own system of ornament or understands in a new way what remains of the ancestors, and ornament is observed in cultures where conventional forms prevail in art: in the ancient East, in Medieval Europe, in the classical art of Islam, etc. Ornament occupies a special place in solving the problems of architectural composition, emphasizing the features of the means used-proportions, rhythm, contrast and nuance, symmetry and asymmetry, subordination and equivalence of masses. Its use or absence, as well as the territory of use, vary by stages and zones of architectural development.

The use of ornament at different stages of the development of Russian architecture in the late XIX-early XXI century differed significantly in the overall scale of application and saturation of building facades, as well as the degree of proximity of the

configuration of ornaments to certain prototypes in the field of architecture of previous periods, historically formed forms of monumental decorative and decorative arts. Currently, ornament has once again become widely used in the decoration of individual buildings and structures, becoming the most important phenomenon of modern Kazakh architecture after almost twenty years of relatively rare use. The compositional solutions of the facades of individual buildings and structures for various purposes served as the basis for the use of territories as elements of landscaping during the period established by the boundaries of construction, reconstruction or survey, which to one degree or another take an active part in shaping the context of an environment saturated with decorative compositions.

Ornaments of various forms have been appearing in the architecture of Kazakhstan since early times. Stylized images of humans, animals, plants, landscape elements, celestial bodies, and natural phenomena with informational and ritual significance are found in natural and artificial caves [7]. When stationary ground-based artificial structures begin to dominate architecture, the symbolic functions of the ornaments used in their architectural and artistic solutions are increasingly related to the material and structural features of the carved surfaces. In addition, carvings or incised patterns continue to be actively used on finished surfaces. In the second millennium BC, geometric elements of Kazakh ornament returned. Geometric Kazakh ornaments were widely used in architectural decoration, carpet products, wood and stone carvings, leather relief squares, rhombuses, rectangles, triangles, hexagons, octagons, parallelograms, which make up half of a square or rhombus divided diagonally [8].



Geometric patterns in Kazakh ornament are characterized by a balance between individual elements, a proportional distribution of compositionally written figures. Kazakh ornament has many derived geometric patterns, various lines: straight, wavy, spiral, in the form of chains [9]. The ornament, a mottled and mixed ornament made on the surface of the masonry, forms a unique local phenomenon that later had a significant impact on the development of architectural ornament throughout Kazakhstan [10]. With the expansion of ethnosocial ties, Kazakh ornaments, on the one hand, are complemented by motifs and forms characteristic of ornaments of other cultures, and on the other hand, they acquire a transnational character, and their forms gradually become part of the ornaments used in neighboring regions.

Analysis of Ornamental Form-Building Structure (Stone Carving)		
Development Stage	Process Characterization	Art Historical Significance
Genesis (Local)	Execution of variegated (polychrome) patterns on the masonry surface.	Formation of a unique regional school of stone carving ("tasornek")
Interchange (Synthesis)	Integration of motifs from other cultures and expansion of ethno-social ties.	Supplementation of traditional zoomorphic schemes with new forms.
Expansion (Transnational)	Outflow of ornamental forms beyond the ethnic group into neighboring regions.	Establishment of Kazakh ornament as a part of the Eurasian architectural heritage.

Used literature

1. Akishev A. K. The art and mythology of the Sakas. Alma-Gylym: Nauka, 1984.176 P.
2. Akmola. Encyclopedia. / Chief editor R. N. Nurgaliev. Alma Ata: Atamura, 1995 - 400 P.
3. Alekseev S. Architectural ornament. Moscow: State edition. Publishing House of Construction and Architecture, 1954. - 135 p.
4. . Baypakov K. M., Erzakovich L. B. Ancient cities of Kazakhstan. Alma-Almaty: Nauka Publ., 1971. -211 P.
5. Basenov T. K. The ornament of Kazakhstan in architecture. Almaty: Publishing House of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1957. 98 p .
6. Sh. I. Valikhanov. Stone Symphony (a book about architectural monuments of Kazakhstan). Alma-Zhazushi: Writer, 1965.
7. Zhanysbekuly T. Tasornek. An ornament on a stone. Alma-Almaty: Nugly Olem, 1999. 64 P. Ibraeva K. T. Kazakh ornament. Alma-Ata: iskusstvo, 1994. - 128s.
8. Ripinsky N. I., Architect. Creative biography. // Kumbez. 2001. - №2(11).
9. Chikanaev. The origins of the stone chronicle of Astana / / Kumbez. 2001. - No. 3 / 4. - pp. 18-19
10. Shevtsova A.A. Kazakh folk ornament as an ethnographic source (based on the materials of the XIX – early XX centuries) : dis. ... Candidate of Historical Sciences : 07.00.07. – M., 2004. – 9 p.

КАПІТАЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Оскирко Олена Юріївна
головний спеціаліст відділу моніторингу та контролю за будівництвом управління організації будівництва, технічного нагляду та енергомедежменту
Хуторна Олена Олександрівна
головний спеціаліст відділу моніторингу та контролю за будівництвом управління організації будівництва, технічного нагляду та енергомедежменту
Олійник Віталій Іванович
начальник управління організації будівництва,
технічного нагляду та енергомедежменту
Головне управління капітальних вкладень

Війна стала одним із найбільших викликів для будівельної галузі України. Значна кількість житлових будинків, об'єктів соціальної інфраструктури, транспортної та енергетичної систем зазнала пошкоджень або руйнувань.

За таких умов капітальне будівництво набуває значення не лише як окремий сектор економіки, а як один із ключових інструментів відновлення країни. Від його ефективної організації залежить можливість швидкого відновлення функціонування територій, створення належних умов для проживання населення та забезпечення подальшого економічного розвитку.

Відновлення України потребує комплексного підходу до планування та реалізації будівельних проєктів. Залежно від технічного стану об'єкта може застосовуватися капітальний ремонт, реконструкція, реставрація або нове будівництво відповідно до вимог законодавства у сфері містобудівної діяльності [1].

Першочерговим завданням є визначення фактичного стану пошкоджених об'єктів. Результати технічного обстеження мають бути основою для прийняття рішення щодо подальшого використання, відновлення об'єкта.

Важливу роль на цьому етапі відіграє якісна проєктна документація. Вимоги до її складу та змісту визначені, зокрема, ДБН А.2.2-3:2014 [5]. Проєктні рішення мають враховувати фактичний технічний стан об'єкта, його функціональне призначення, вимоги безпеки та сучасні будівельні стандарти.

Під час відновлення доцільно враховувати не лише необхідність відтворення втрачених функцій об'єкта, а й сучасні вимоги до його безпеки, енергоефективності, інклюзивності та експлуатаційної надійності [6; 7; 8].

Таким чином, принцип «відбудувати краще» має передбачати використання сучасних будівельних технологій, енергоефективних матеріалів, сучасних інженерних систем, заходів цивільного захисту та забезпечення доступності об'єктів для всіх категорій населення.

Особливого значення набуває відновлення критичної інфраструктури. Йдеться про об'єкти енергетики, транспорту, водопостачання, теплопостачання, заклади освіти, охорони здоров'я та інші об'єкти, без функціонування яких неможливе стабільне життя громад.

Реалізація таких проєктів потребує значних фінансових ресурсів. Тому одним із важливих напрямів діяльності замовника є забезпечення ефективного та прозорого використання коштів.

Для державних і комунальних замовників важливим інструментом є публічні закупівлі. Закон України «Про публічні закупівлі» встановлює правові та економічні засади здійснення закупівель і визначає основні принципи їх проведення [2].

Водночас якість відновлення залежить не лише від процедури вибору підрядника, а й від правильної організації виконання договору. У договорі необхідно чітко визначати предмет і обсяг робіт, строки їх виконання, вартість, порядок розрахунків, умови приймання, відповідальність сторін та гарантійні зобов'язання.

Окремою проблемою у відновленні пошкоджених об'єктів є виникнення додаткових робіт. Після початку будівництва можуть бути виявлені приховані пошкодження конструкцій, додаткові дефекти або технічні обставини, які неможливо було повністю встановити під час первинного обстеження.

У таких випадках важливим є належне документальне підтвердження необхідності виконання додаткових робіт. Відповідні рішення мають ґрунтуватися на технічних висновках, проєктних рішеннях, кошторисних розрахунках та інших документах, передбачених законодавством і договором [1; 2].

Таким чином, ефективність відновлення безпосередньо пов'язана з узгодженістю технічної, фінансової та договірної складових будівельного процесу.

Не менш важливим є технічний та авторський нагляд. Контроль має забезпечувати відповідність виконаних робіт проєктним рішенням, будівельним нормам, стандартам та умовам договору [1; 3].

Для проєктів, що фінансуються за рахунок державного або місцевих бюджетів чи міжнародної фінансової допомоги, важливе значення має належний контроль за використанням коштів та документальне підтвердження фактично виконаних робіт.

Відновлення також створює можливість для структурної модернізації будівельної галузі. Замість відтворення застарілих об'єктів доцільно створювати сучасну інфраструктуру, яка відповідатиме довгостроковим потребам держави.

До ключових напрямів такого розвитку можна віднести:

- підвищення енергоефективності будівель відповідно до сучасних нормативних вимог [4; 8];
- використання сучасних будівельних матеріалів і технологій;
- забезпечення безбар'єрності та інклюзивності [7];

- підвищення надійності та безпеки будівель і споруд [6];
- розвиток цифрових технологій у проєктуванні та будівництві;
- удосконалення системи контролю якості;
- підвищення прозорості використання фінансових ресурсів;
- розвиток інвестиційних механізмів у сфері відновлення.

Особливе значення має цифровізація будівельних процесів. Використання електронних систем, цифрової проєктної документації та сучасних інструментів управління будівельними проєктами може сприяти підвищенню прозорості, скороченню строків та зменшенню кількості помилок.

Капітальне будівництво є одним із ключових інструментів відновлення та подальшого розвитку України. Його значення виходить далеко за межі фізичного відновлення пошкоджених будівель і споруд.

Ефективне відновлення передбачає комплексне поєднання технічного обстеження, якісного проєктування, сучасних будівельних технологій, належної організації закупівель, чіткого договірного регулювання, технічного нагляду та контролю за використанням коштів [1; 2; 5].

Важливо, щоб процес відновлення був спрямований не лише на повернення об’єктів до довоєнного стану, а й на їх модернізацію. Енергоефективність, безпека, безбар’єрність, цифровізація та стійкість до майбутніх викликів мають стати невід’ємними складовими нових будівельних проєктів [6; 7; 8].

Отже, післявоєнне відновлення України може стати основою для якісної трансформації будівельної галузі та формування сучасної інфраструктури, яка відповідатиме потребам суспільства й економіки на довгострокову перспективу.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».
2. Закон України «Про публічні закупівлі».
3. Закон України «Про архітектурну діяльність».
4. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель».
5. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».
6. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
7. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення».
8. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Section: Art History and Literature

ОЛЕКСАНДР МИШУГА ЯК ПЕДАГОГ: СТАНОВЛЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ВОКАЛЬНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ

Школа Ольга Ернстівна
викладач
Кафедра академічного та сучасного співу
Дніпровська академія музики
м. Дніпро, Україна

Історія української професійної вокальної освіти пов’язана з діяльністю низки співаків і педагогів, які сприяли формуванню національної вокальної школи та її входженню до європейського культурно-мистецького простору. Однією з таких постатей у національній вокальній педагогіці є Олександр Пилипович Мишуга (1853–1922) — український співак, педагог і меценат, виконавська діяльність якого була пов’язана з провідними музичними центрами Європи [9].

У науковій літературі О. Мишуга традиційно постає передусім як видатний оперний співак. Водночас його педагогічна діяльність охоплювала кілька європейських освітніх осередків і була пов’язана з підготовкою професійних вокалістів. Саме тому розгляд О. Мишуги як педагога дає змогу розширити уявлення про його внесок в українську музичну культуру та простежити механізми формування професійної вокальної освіти на межі XIX–XX століть.

Аналіз досліджень і публікацій. Педагогічний аспект діяльності Олександра Мишуги висвітлено у працях українських дослідників та в джерельних матеріалах. Важливим свідченням сучасника є стаття Станіслава Людкевича «Олександр Мишуга як артист і вчитель співу», у якій діяльність митця розглянуто одночасно з позицій виконавського мистецтва та вокальної педагогіки [3, с. 430–438].

Важливе джерельне значення має видання «Олександр Мишуга. Спогади. Матеріали. Листи», підготовлене Михайлом Головащенком [1]. Окремі аспекти вокально-педагогічної спадщини О. Мишуги досліджували І. Цебрій, Н. Ващенко, М. Мартинюк, В. Сачок та інші науковці [4–10].

Сучасні енциклопедичні видання дають змогу уточнити основні факти біографії та педагогічної діяльності О. Мишуги. Зокрема, в «Енциклопедії сучасної України» зазначено, що він викладав у Київській музично-драматичній школі М. Лисенка у 1905–1910 рр., у Варшавському музичному інституті — у 1911–1914 рр., у школі співу в Римі — у 1914–1919 рр., а від 1919 р. працював у власній музичній школі у Стокгольмі [9].

Метою статті є характеристика педагогічної діяльності Олександра Мишуги в контексті становлення професійної вокальної освіти та визначення її значення для розвитку української вокальної педагогічної традиції.

Виклад основного матеріалу. Професійне становлення Олександра Мишуги відбувалося в умовах активного розвитку європейської вокальної культури. Отримавши початкову музичну освіту у Львові, він продовжив професійне навчання та сформувався як оперний співак, діяльність якого була пов'язана з театральними сценами Львова, Варшави, Мілана, Відня, Лондона, Берліна, Парижа, Стокгольма, Києва та інших культурних центрів [9].

Широкий виконавський досвід Мишуги мав безпосереднє значення для його педагогічної діяльності. Власна сценічна практика дала йому можливість працювати з проблемами професійного вокального апарату не лише теоретично, а й на основі тривалого виконавського досвіду.

Особливого значення в цьому контексті набуває його діяльність у Києві. О. Мишуга викладав у Музично-драматичній школі М. Лисенка, де вів класи сольного та оперного співу [9; 8]. Заснована 1904 року, школа була одним із важливих осередків професійної мистецької освіти в Києві. Навчання в ній здійснювалося за музичним і драматичним напрямами, а програма охоплювала як спеціальні, так і загальноосвітні дисципліни [8].

Важливо підкреслити, що діяльність О. Мишуги в цьому навчальному закладі розгорталася в період активного формування українських інституцій професійної музичної освіти. До складу педагогів школи входили М. Лисенко, О. Мишуга, О. Муравйова та інші відомі діячі української культури [8]. Таким чином, вокальна педагогічна діяльність Мишуги була включена у ширший процес інституціоналізації професійної музичної освіти в Україні.

Музично-драматична школа М. Лисенка мала комплексний характер підготовки. Окрім спеціальних дисциплін, студенти вивчали сольфеджіо, теорію музики, гармонію, історію музики, камерний та оперний ансамбль, сценічне мистецтво та інші дисципліни [8]. У такому освітньому середовищі вокальна підготовка передбачала поєднання технічної, музичної та сценічної складових.

Показовим є і склад учнів Мишуги. Серед них енциклопедичні джерела називають Є. Бандровську-Турську, М. Гребінецьку, М. Донець-Тессейр, Я. Королевич-Вайдову, О. Любич-Парахоняк, М. Микишу та С. Мирович [9]. Таким чином, педагогічна діяльність О. Мишуги охопила покоління співаків, які згодом продовжували професійну виконавську та педагогічну діяльність.

Особливо показовою у цьому контексті є постать М. Микиші. За даними «Енциклопедії історії України», М. Микиша навчався у Музично-драматичній школі М. Лисенка в Олександра Мишуги у 1904–1910 рр. [5]. У подальшому він став відомим оперним співаком та педагогом: від 1937 року викладав у Харківській консерваторії, а від 1944 року — у Київській консерваторії, де з 1946 року мав звання професора [5].

Цей приклад дає змогу простежити один із механізмів передачі професійного вокального досвіду між поколіннями: учень О. Мишуги згодом

сам стає педагогом вищої музичної школи. Відтак значення О. Мишуги можна розглядати не лише через кількість підготовлених ним співаків, а й через подальше функціонування педагогічних традицій у професійному музичному середовищі.

Ще однією ученицею О. Мишуги була М. Гребінецька, яка навчалася у його класі в Музично-драматичній школі М. Лисенка у 1905–1907 рр., після чого продовжила вокальне вдосконалення в Італії та виступала на українських театральних сценах [2]. Її професійний шлях демонструє поєднання київської вокальної підготовки з подальшим освоєнням європейського виконавського досвіду.

Педагогічна діяльність О. Мишуги не обмежувалася Україною. Після київського періоду він викладав у Варшавському музичному інституті, працював у школі співу в Римі, а від 1919 року — у власній музичній школі в Стокгольмі [9]. Така географія його педагогічної діяльності є важливою для розуміння характеру його професійної школи.

О. Мишуга працював у різних культурних середовищах, але водночас залишався представником української музичної культури. Його виконавська діяльність включала виконання творів українських композиторів, зокрема М. Лисенка [9]. Таким чином, його професійна діяльність поєднувала європейський виконавський контекст із репрезентацією української музичної культури.

Окремого розгляду потребує оцінка О. Мишуги як учителя співу у праці Станіслава Людкевича. Уже сама назва статті «Олександр Мишуга як артист і вчитель співу» засвідчує сприйняття педагогічної діяльності митця як органічної складової його професійного образу [1].

С. Людкевич характеризує не лише сценічний талант О. Мишуги, а й особливості його ставлення до вокального мистецтва. Цінність цього джерела полягає в тому, що автор належав до тієї самої культурно-мистецької доби та безпосередньо спостерігав розвиток українського музичного середовища.

Педагогічна спадщина О. Мишуги розглядалася також у працях сучасних українських дослідників. І. Цебрій та Н. Ващенко характеризують його як одного з представників становлення української вокальної педагогіки та розглядає його педагогічний досвід у контексті сучасної української освіти [10]. У дослідженнях вокальної школи О. Мишуги увага приділяється питанням професійної підготовки співака, розвитку вокально-технічних і художньо-виконавських умінь [4].

Водночас у сучасному науковому осмисленні важливо уникати механічного перенесення понять і категорій сучасної вокальної методики на педагогічну практику початку XX століття. Доцільніше говорити про реконструкцію педагогічних принципів Мишуги на основі історичних джерел та досліджень його діяльності.

У цьому аспекті особливого значення набуває проблема наступності. Вокальна школа формується не лише завдяки методичним текстам чи окремим

навчальним закладам. Вона існує як система професійного досвіду, що передається від викладача до учня і надалі трансформується наступними поколіннями виконавців та педагогів.

Педагогічна діяльність О. Мишуги демонструє саме такий процес. Його учні продовжували професійну діяльність у різних культурних центрах, а окремі з них стали педагогами. Тому його внесок до історії української вокальної освіти доцільно розглядати не тільки як діяльність конкретного викладача, а як один із етапів формування педагогічної тяглості української вокальної школи.

Висновки. О. Мишуга є значущою постаттю в історії становлення професійної вокальної освіти в Україні. Його педагогічна діяльність була пов'язана з важливими осередками музичної освіти м. Києва та Європи й охоплювала кілька десятиліть. Особливе місце в цьому процесі посідає його робота у Музично-драматичній школі М. Лисенка, де О. Мишуга викладав сольний та оперний спів. Його педагогічна практика функціонувала в освітньому середовищі, зорієнтованому на комплексну підготовку музикантів і театральних діячів.

Важливим результатом педагогічної діяльності Мишуги стало формування покоління професійних співаків. Подальша діяльність окремих учнів, зокрема М. Микиші, який став професором Київської консерваторії, демонструє можливість передачі професійного досвіду від учителя до наступного покоління педагогів.

Педагогічний феномен О. Мишуги доцільно розглядати у трьох взаємопов'язаних площинах: як продовження його власного виконавського досвіду, як складову інституційного становлення професійної вокальної освіти та як чинник формування наступності української вокально-педагогічної традиції. Вивчення педагогічної спадщини О. Мишуги дозволяє глибше зрозуміти процес формування української професійної вокальної школи та її взаємозв'язок із європейським музично-освітнім простором.

Список використаних джерел

1. Головащенко М. Олександр Мишуга. Спогади. Матеріали. Листи. Київ : Музична Україна, 1971. 779 с.
2. Гребінецька Марія Зиновіївна. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/article-26913 (дата звернення: 10.09.2026)
3. Людкевич С. Олександр Мишуга як артист і вчитель співу. Львів : Дивосвіт, 1999. Т. 1. С. 430–438.
4. Мартинюк Т. Вокальна школа Олександра Мишуги: художньо-естетичні та педагогічні засади. Педагогічна освіта: теорія і практика. 2018. Вип. 25, ч. 2. С. 67–72.
5. Микиша Михайло Венедиктович. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/article-64388 (дата звернення: 10.09.2026).
6. Сачок В. І. Творчість Олександра Пилиповича Мишуги (1853–1922) у контексті традицій української вокальної школи. Слобожанські мистецькі студії. 2023. № 3. С. 75–79.

7. Свобода Н. Олександр Мишуга і його новаторські педагогічні принципи. Вісник Львівського університету. Серія мистецтвознавство. 2003. Вип. 3. С. 137–145.
8. Скорульська Р. М. Музично-драматична школа Миколи Лисенка. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/article-70408 (дата звернення: 10.09.2026)
9. Цебрій І. В. Мишуга Олександр Пилипович. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/article-65077 (дата звернення: 10.09.2026)
10. Цебрій І. В., Ващенко Н. Н. Олександр Мишуга: портрет основоположника української вокальної педагогіки в контексті сучасної вітчизняної освіти. Постметодика. 2013. № 4. С. 55–59.

ПРОБЛЕМИ ВОКАЛЬНО-СТИЛЬОВОЇ ІНТЕРПРИТАЦІЇ ВИКОНАННЯ ВОКАЛЬНИХ ТВОРІВ ЕПОХИ БАРОККО В КЛАСІ АКАДЕМІЧНОГО СПІВУ

Богачова - Стрєльцова Лілія Геннадіївна
старший викладач
Кафедра сольного співу
Одеська національна музична академія ім. А.В. Нежданової
Одеса, Україна

Анотація. Досліджено ключові проблеми стильової інтерпретації вокальних творів епохи бароко в процесі підготовки академічних співаків. Розглянуто суперечність між естетикою романтизованої манери співу (Bel canto XIX ст.) та вимогами історично інформованого виконавства (HIP), сучасного автентичного підходу, що вимагає більш прозорого звучання, стриманого вібрато та специфічної мелізматики.

Проаналізовано фахові аспекти добірної артикуляції, динамічної контрастності специфіки виконання мелізматики, а також проблему контрольованого використання вібрато.

Наголошено на важливості опанування студентами теоретичних знань із барокової риторики та афекту для створення переконливої художньої концепції.

Ключові слова. Вокальна інтерпретація, вокал епохи бароко, одеська вокальна школа, теорія афектів, вібрато.

Мета. Виявити ключові вокально-технологічні та стильові проблеми, що виникають під час роботи над бароковим репертуаром у класі сольного співу, окреслити шляхи їх розв’язання, враховуючи напрацювання сучасної української вокальної педагогіки.

Введення. Музична спадщина епохи бароко (XVII – перша половина XVIII) посідає вагоме місце в репертуарі академічних співаків. Вокальні твори К. Монтеверді, Г. Ф. Генделя, Й. С. Баха, А. Вівальді, Г. Перселла та інших є

базовими для формування вокальної техніки, музичного смаку та художньо – стильового мислення студентів [2, с. 45].

Однак у сучасній педагогічній практиці академічного співу спостерігається гостре протиріччя між академічною вокальною школою XIX – XX століть, орієнтованою на потужний оперний звук та постійне вібрато, і вимогами автентичного виконавства [1, с.88]. Зокрема такі митці як Філіпп Жарускі – видатний французький контратенор та диригент, Філіп Херревеге – диригент, сер Джон Еліот Гардінер – ключові постаті, які вимагають від академічних співаків відмови від щільного романтичного звуку на користь рухливості та чіткої дикції.

В протиріччя з ними вступають Рікардо Муті – диригент, художній керівник театру «La Scala»; Антоніо Паппано – британський диригент, піаніст, які відстоюють класичну італійську оперну традицію.

У зв'язку з цим виникає необхідність комплексного аналізу проблем вокально-стильової інтерпретації барокового репертуару в навчальному процесі.

Проблема вібрато та звукоутворення.

Сучасна академічна школа формує у співака об'ємне звучання з високим рівнем резонаторної присутності та вираженим природним вібрато. Натомість барокова естетика розглядає вібрато не як постійну якість голосу, а як орнаментальний прийом (tremolo або oscillation) [3, с. 18]. Для автентичного співу барокового репертуару перед педагогом стоїть завдання навчити студента співати «прямим» звуком (straight tone) або мінімізувати амплітуду вібрато без затискання гортані [4].

Барокова орнаментація та імпровізаційність.

На відміну від композицій 19 ст., де текст нотований максимально детально, барокова партитура передбачає виконавську імпровізацію, особливо в формах Aria da capo [2, с. 48]. Композитори того часу викладали в нотах лише скелет мелодії, де повтор першої частини вимагав від вокаліста обов'язкової імпровізації, де мелізми демонстрували його винахідливість та музичний смак.

Основними проблемами починаючих виконавців сьогодні є незнання правил виконання прикрас, відсутність навичок створення варіаційних змін у повторюваних розділах, а також стильова невідповідність орнаментації.

Музична риторика та теорія афектів.

Барокова вокальна музика тісно пов'язана з ораторським мистецтвом. Кожна вокальна фраза будується за законами риторики та підпорядкована певному афекту (гнів, печаль, радість, тощо) [1, с. 95]. Пасажи, трелі та рулади слугували звуковими аналогами переживань: швидка колоратура виражала лють або тріумф, а плавні трелі та форшлаги – ніжність та тугу.

Студенти часто інтерпретують барокову арію через призму романтичного психологізму, що призводить до надмірної емоційної динаміки та втрати строгої архітектоніки твору.

Артикуляція та динаміка.

Вокальна лінія бароко вимагає виразного та чіткого вимовляння тексту. На відміну від пізнішого legatissimo, барокове legato передбачає мікропаузи між

звуками для підкреслення риторичних акцентів [3, с. 24]. Динаміка бароко має перш за все терасованість та контрастність (chiaroscuro - світлотінь), що вимагає від співака бездоганного володіння філіруванням звуку.

Синтез італійської та французької вокально-виконавських традицій.

У процесі стильової інтерпретації вагомою проблемою є диференціація та подальший виконавський синтез двох ключових напрямів барокового вокального мистецтва – італійського та французького. Якщо італійська школа вимагає від співака широкої кантилени, віртуозної пасажної техніки та вираженої афектованості, то французька заснована на строгій декламаційності (recit), витонченому дотриманні мелізмів (agrements) та танцювально-ритмічній пульсації. Співак академічного спрямування повинен володіти гнучкістю для гармонійного поєднання цих двох виконавських моделей у творах пізнього бароко (зокрема Й. С. Баха та Г. Ф. Генделя), де відбулося стильове взаємозбагачення цих традицій.

Висновки. Опанування вокальних творів епохи бароко в класі академічного співу вимагає синтезу музично-історичних знань і гнучкого володіння вокальною технікою. Спираючись на досвід науковців, які досліджують цю проблему, основними шляхами подолання стильових проблем є:

- Вироблення навичок гнучкого керування вібрато та динамікою без втрати високої позиції.
- Вивчення трактатів 17-18 ст. для вірного трактування мелізматики та законів орнаментації.
- Опанування засад барокової риторики для створення переконливої та автентичної художньої концепції.
- Синтез італійської та французької моделей барокових вокальних традицій: досягнення виконавського балансу між італійською кантиленою і французьким речитативно-декламаційним стилем. Розуміння цього стильового синтезу дозволяє молодому виконавцю глибше розуміти та розкривати багаторівневу драматургію барокового репертуару.

Залучення принципів історично інформованого виконавства в академічний навчальний процес не лише розширює кругозір студента, але й сприяє загальному вдосконаленню голосу, роблячи його більш гнучким, рухливим та чутливим до стилю.

Список використаних джерел

1. Стахевич О. Г. 2018 р. Перспективи вивчення барокової музики в класі вокалу. Часопис національної музичної академії України. №2 (№39). С. 44 – 52
2. Арнонкур Н. 2014 р. Мої думи про Монтеверді, Баха, Моцарта. Пер. з нім. Київ. Музична Україна. 180 с.
3. Caccini G. 1602. Le nuove musiche. Firenze. Iacopo Marescotti. 42 p.
4. Moens-Haegen G. 1988. Das Vibrato in der Music des Barock: Ein Handbuch zur Auffuhrungspraxis fur Vokalisten. Graz: Akademische Druck und Verlagsanstalt. 315 p.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.001.34-40

ПОНЯТТЯ «КРАСА» В ПОЕЗІЇ МАКСИМА РИЛЬСЬКОГО

Гаврилюк Надія
к. філол. наук,
провідний науковий співробітник
Відділ теоретичних
і міждисциплінарних досліджень
Інститут літератури ім. Т. Г. Шевченка НАН України;
Київський літературно-меморіальний музей
Максима Рильського, Україна

Вступ. Неокласики, які взорувалися у поетичній творчості на класичне (античне) мистецтво, спиралися і на класичну естетику, що бачила красу як ідеал гармонії, який можна споглядати в природі. У відповідності з грецьким розумінням, краса в потрактуванні неокласиків сполучена з добром, вона не є спокусою – тільки довершеністю, яка зачаровує. Кожен із митців т.зв. п'ятірного грона пропонував своє бачення краси, попри те, що за висловом молодшого неокласика – Ігоря Качуровського – «краса не є своєю, чи чужою, вона – лише одна» [2, 12] і часто фігурує з епітетом «надземна» [2, 11].

Мета і завдання цієї статті полягає в тому, щоб дослідити поезію Максима Рильського у збірках 1918 – 1926 рр. і виявити епітети, якими поет наділяє красу, та художні образи, в яких втілено поняття краси. Це дасть змогу глибше збагнути естетичні орієнтири Максима Рильського та його творчу своєрідність.

Огляд основних публікацій. З-поміж важливих публікацій, в яких автори торкалися теми осмислення М. Рильським краси варто згадати працю Леоніда Новиченка «Поетичний світ Максима Рильського», де автор наголошує, що краса в поезії неокласика переходить межі зовнішньої минущої привабливості і тяжіє до вічності й тривкості [3, 110–135]. У статті В. Агеєвої «ARS Poetica Максима Рильського» стверджується, що для М. Рильського (в протилежність М. Зерову) «момент тріумфу вроди не потребує ніяких виправдань і пояснень; вона самодостатня, безвідносна до етичних оцінок, вона богодана, а тому радше інструмент божого промислу: перед божественною красою можна тільки захоплено й шанобливо схилитися» [4, 104–105]. Проте, по-перше, літературознавиця у цьому разі мовить са́ме про сюжет із грецької міфології (про Гелену, доньку бога Зевса), що не дає підстави для узагальнення; по-друге, В. Агеєва тут мислить поняття «вроди» і «краси» абсолютно синонімічними, хоча у М. Рильського є чимало випадків, коли краса – поняття ширше, ніж врода і естетика.

Виклад основного матеріалу. В першому виданні збірки «Під осінніми зорями» (1918 р.) в поезії «Викочуйте бочки вина» краса йде в парі з жагою. Йдеться не тільки про молодечу пристрасть, а про повноту вибранства Музами,

на що вказують рядки «Фіялками засипте стіл, / Цвітіте, квітами повиті» [5, 21], адже ще елегії Теогніда нагадують, що Музи заквітчували себе і своїх обранців фіалками [7]. Тож тема краси рядками вище виникає закономірно [5, 21]:

Цілуйтеся, ловіть пісні,
І над криницею живою
Уста схиліте огняні,
Красу єднаючи з жагою!

Якщо жага – вогонь, то краса – жива криниця, джерело джерельної води, що тамує спрагу поета. Поцілунок у цій поезії є метафорою натхнення («ловіть пісні»), а слова пісень є співочими, тож красивими (модернізм ставив із усіх мистецтв найвище мистецтво музичне, тож евфонія мислиться синонімом краси, хоч її не вичерпує): персонаж вірша «Люблю тебе я не за те» стверджує, що полюбив візаві «Не за красу співочих слів» [5, 21], а за моральну чистоту і стійкість, які викликають молитовне тремтіння. У сонеті «Мистецтво» Максим Рильський знову говорить про красу слів, але вже не так співочих, як незнаних [5, 34]:

В тобі, мистецтво, у тобі одному
Є захист: у красі незнаних слів,
У музиці, що вроду, всім знайому,
втіляє у небесний перелив.

Незнані слова – то зовсім не неологізми, то – слова таємничі, що спроможні земну вроду піднести до небесного виміру, а фізичну красу – до божественної, тієї, що викликає трепет серця. В розумінні юного М. Рильського красу не наділено статусом винятковості, більше – поет цінує красу одноманітну: «Минає день в красі одноманітній, / Як низка журавлів однаково дзвінких» [5, 41]. Попри однаковість отих днів, які відлітають у вирій, вони крилаті, бо мають усі шанси стати імпульсом для поетичної творчості.

В другому виданні збірки «Під осінніми зорями» (1926 р.) неокласик формує образ розквітлої краси як природної привабливості зимового пейзажу [5, 53]:

Ліс в ясних коронках
В вікна зазира.
Скрізь по вітах тонких
Самоцвітна гра.
Снігурів червоних
Сонце золотить.
В снігових затонах
Щогли верховіть.
Сад у білій піні,
В кризі небеса.
Перехресних ліній
Розцвіла краса.

Віра Агеєва пояснює цю красу перехресних ліній гармонією, яка «постає зі строгого відбору, з тривалої попередньої праці: так і хочеться сказати – з бездоганного володіння своїм ремеслом» [1, 113]. Твердження цілком слушне.

Але його можна деталізувати в тому сенсі, що поезія – картина («Ut pictura poesis», за словами Горація) і тоді перехресні лінії – ширина і висота або живописного полотна, або багета для картини. Оскільки ж поезія «Ліс в ясних коронках» є пейзажною, то варто приглянутися не тільки до образів, а і до кольорової палітри, що формує умовну рамку полотна.

Помітимо переливи барв із домінуванням зеленої (хвоя лісу і листя саду) та білої («коронки» снігу) в першому і третьому катренах, а в другому – червону і жовту барви (снігурів і сонце). Оскільки барви дублюються в непарних катренах, – то, за аналогією до римування в строфі, ці повтори йменовано перехресними, тільки поєднується такий епітет не зі звуком (римою), а з лінією, яка прочитується як архітектоніка поетичної картини, візерунок строфи.

Єдине, з чим годі погодитися, – з «безсторонністю непричетного зовнішнього спостерігача» [1, 112], як атестує поета Віра Агеєва. На мою думку, неокласик у своїй схильності до споглядання із зовнішнього обсерватора природи ставав її внутрішньою часкою, любив природу безкорисливо – заради неї, а не заради себе чи своєї утилітарної мети. Через те «розчинення» і міг бути безстороннім. А за «програмно-автобіографічним завершальним пуантом» [1, 113] проглядається не мертва естетична теорія (нехай і неокласична), а живе поетичне і живописне чуття барв.

Якщо би ми спробували означити колір, із яким у М. Рильського асоціюється краса – то це був би золотавий, сонячний, але в його латинському варіанті – clarus (ясний, чистий), де ота ясність промовляє про прозорість і зрозумілість, як у поезії «В високій келії самотно-таємничій» [5, 59]:

Не бог, не сатана витає надо мною,
А инший дивний дух на все кладе печать
Прозорої краси і срібного спокою,
Яких земним устам не чуть і не назвать.

Та прозора краса, хоча є тяжко вловною, проте зостається вічною, про що двома строфами вище сказано так [5, 59]:

Рядами гордими, проречисто-німими,
Стоять кругом книжки, нетлінні, мов краса,
Як мисль, як ідеал. Хто розмовляє з ними,
Для того все ясне: земля і небеса.

М. Рильський, на противагу багатьом, не втікав від земного світу в книжкові вежі, проте і до природи ніколи не підходив утилітарно, як споживач. Поет любив природу, був зачудованим спостерігачем її вишуканої гармонії, вишукував цю красу і фіксував у віршованих рядках. До прикладу, в першому терцеті «Срібного сонета» сказано так [5, 70]:

Цей вечір, замкнений в холодному спокої,
Чіткий, докінчений нагадує сонет,
Сонет краси гаїв і тиші зимової.

Максим Рильський почувається сином природи, а не відірваним від життя естетом. Краса в його потрактуванні здатна примножуватися, якщо їй не чинити свідомих перепон. В поезії «Пером вогненим вічність пише» окреслюється перегук із віршем «Викочуйте бочки вина» із першого видання збірки «Під осінніми зорями», порівняймо: «І золото величних стріл / Вам сонце кине із блакиті» [5, 21]; «Краса іде, гаптує золотом / Ясні, глибокі небеса» [5, 71]. Із цього можна виснувати, що краса постає божественною, походить із небес і є зовнішнім імпульсом, що обертається натхненням, яке, своєю чергою, примножує красу, на жаль, частіше зовнішню, ніж внутрішню [5, 71]:

Краса іде, гаптує золотом
Ясні, глибокі небеса, –
А ми затоптуєм болотом
Все те, що в нас самих – краса.

Внутрішня краса, за незмінним переконанням поета, – це добро, яке від справжньої краси невіддільне. Тому не виглядає перебільшенням, коли Максим Рильський атестує невміння відчувати красу в теологічній категорії гріха, що більш відповідна контексту питань моралі й добра [5, 87]:

Гріх і людині сонцю не радіти,
Не розуміть, яка в йому краса,
І зміст який у буйному промінні,
Що позлотило хмари перемінні!

У ідилії «На узліссі» (1918 р.) в окремих октавах теж фігурує краса – ясна («Дивуючись красі своїй ясній, / Стоїть в саду свавільними рядами / Айстр і оргіній переливний рій» [5, 81]) і дивна [5, 59]:

Висять на вітах груші золоті,
І виноград кріваво червоніє,
І тіні грають в дивній красоті,
В ясній мережці. Він іде й радіє,
І втіленням небес і чистоти
Зростають в серці образи живії...
Нехай собі премудрий фарисей
Його зове: людина без ідей!

Живі образи, що ростуть у серці поета, протистоять ідеї не як живому імпульсу творчого задуму, а як мертвому політичному гаслу. М. Рильський розуміє творчість у категоріях визрівання і змін, а не сталості зафіксованого на письмі твору. Ймовірно, хоч як би парадоксально це не видавалося, тому й контекстуально розмежовує естетику і красу, закріплюючи за першою значення записаної теорії, а за другою – живі відрухи серця, що говорить про природу так [5, 46]:

Вона – це мати. Будь же сином,
А не естетом,
І станеш ти не папіряним –
Живим поетом.

Життя, одначе, це сонце й тіні, радість і біль, що метафорчино символізовані автором через золоті груші (сонце, радість) і кривавий виноград (тінь, у якій є своя «дивна красота», біль). Це не просто настроєві контрасти, а відображення самого життя в його русі і безнастанних змінах із їхньою болючою красою проминання, як у вірші «Пройшло, проглянуло, майнуло» зі збірки «Синя далечінь» (1922 р.) [6, 17]:

Ні, це не ти! Та може бути,
Що в цій красі болючих змін
Є сон про тебе півзабутий,
Квіток невидимих отрути,
Церков незримих дальний дзвін.

Краса в трактуванні М. Рильського є близнючкою думки. В цій тезі з поеми «Чумаки» йдеться про єдність людських почуттів і мислення. Перші проєктуються на естетичне уявлення (красу), друге – на етичне розуміння (добро). Перенісши сказане на поетичний твір, отримаємо співвідношення форми (краси) і думки (змісту). Що ідеал краси змінювався від епохи до епохи, – то й М. Рильський у дев'ятій октаві першої пісні «Чумаків» називає її сестрою з мінливими очима [5, 135]:

Краса-ж, сестра з мінливими очима –
Як давній Янус. Літ іржаву даль
Вона вдягає у прозорі рими,
У мармур ліній і пісень кришталь, –
Або веде наш дух, як пілігрима,
В прийдешню браму, що міцна як сталь,
Та зв'язана во-віки ланцюгами
З минулими, іржавими літами.

Висновки і перспективи. Розглянувши, як М. Рильський осмислює красу в творах 1918–1926 рр., бачимо певну динаміку. Так, у першому виданні збірки «Під осінніми зорями» краса зіставна юним поетом із майстерним володінням словом. А краса слів означується через епітет «співочих» (це не про фольклорність, а про музичність, евфонію) і «незнаних» (не так про неологізми, як про таємничість слів і містерію творчості). Метафоризуючи красу як джерело джерельної води, Максим Рильський одночасно акцентує її як незмінну і незамінну життєву потребу, а також посилює той факт, що краса не потребує пишнот чи сторонніх домішок. Простота краси часто скидається на одноманітність, але ця одноманітна краса, здатна робити однакові дні натхненними, «крилатими». Вже в цій збірці Максим Рильський осмислював красу через щоденний і буденний досвід, через споглядання природи, яку бачив аналогом вічного (вода), минущого і циклічного (журавлі, що відлітають), а також зовнішнього, що стає частиною внутрішнього світу, тамуючи спрагу за прекрасним. У поемі «На узліссі», що побачила світ того ж 1918 р., краса набуває епітету ясна, асоціюючись із світлом, прозорістю і зрозумілістю – отже, простотою. Саме в тій простоті найбільша незвичність і вона ж стає причиною зачудування. Тому й поет атестує її епітетом «дивна».

Якщо в ранніх текстах краса мислилася поетом як одноманітна (послідовне повторення, усталений порядок), то у збірці «Синя далечінь», що вийшла друком 1922 р., М. Рилький уже мовить про красу болючих змін як проминання того, що минуло. Поет не говорить отут про зміну політичного ладу, що настала остаточно в цей час, але відкликається до атрибутів минулого – як державного, доатеїстичного («церков незримих» [5, 108]), так і особистого, творчого (з відсилкою до Шарля Бодлера «квіток невидимих отрути» [5, 108]). Проте минущість не суперечить однаковості – це просто дві різні часові перспективи: лінійна (зміни, проминання) і циклічна (однаковість, повтор). Бо, за великим рахунком, у М. Рильського минуле ніколи остаточно не минає, воно існує хоча б як «сон півзабутий» [5, 108]. Ця певність і дає змогу неокласикові в поемі «Чумаки» зі збірки «Крізь бурю і сніг» (1925) визначити красу як сестру з мінливими очима, що прочиняє двері в майбутнє, але нерозривно пов'язана з минулим. У одній з октав поеми Максим Рильський сполучає красу з кришталем пісень. Оскільки ж кришталь асоціюється з крихкістю і чистотою, то такою ж вразливою і ясною є краса. Та й душа поета така ж, про що він каже сам [4, 129]:

Морозе! Ти – душа парнаського співця.
Так, як вона, ховаєш ти в кришталі
І подих вод, і трав завмерлі жалі,
І все, від чого міняться серця.
І хто вгадає за спокоєм ліній
Та непорочних тонів голубих
Глибокий спів розливів весняних
Чи літні грози та одчай осінній?

У душі поета зберігається минуле (води осінні, що стали льодом; сухі трави) і проглядається майбутнє (весняні води, літні грози, меланхолійний осінній дощ). І сам автор розмежовує внутрішню пристрасть і зовнішню стриманість, яскравий зміст і спокій поетичної форми (часто – канонічної октави, котру порівнює до кришталю). Тому у другому виданні збірки «Під осінніми зорями» (1926 р.) основною метафорою краси стає прозорість уже не стільки як мовна евфонія (співочість і рівномірний розподіл голосних із приголосними), як прозорість образності – легкість для розуміння. Її М. Рильський черпає з природи, що ніколи не є для поета мертвою, адже навіть у зимову пору її краса розквітла і нетлінна.

Список використаних джерел

1. Агеєва В. ARS Poetica Максима Рильського / В. Агеєва // Людина в часі –2 (філософські аспекти української літератури XX–XXI ст.) / [наук. ред. В. Моренець; упоряд. Л.В. Пізнюк]; Нац. ун-т "Києво-Могилянська академія". – К.: Унів. вид-во "Пульсари", 2011. – С. 86–117.
2. Качуровський І. Над світлим джерелом. Поезії (1945 –1947). / І. Качуровський – Зальцбург: Видання Спілки українських науковців, літераторів і мистців у Зальцбурзі, 1948. – 88 с.
3. Новиченко Л. Поетичний світ Максима Рильського (1910-1941). / Л. Новиченко. – Київ Наукова думка 1980. – 408 с.

4. Рильський М. Зібрання творів У 20-ти томах / М. Рильський. – К.: Наукова думка, 1983. Т.1: Поезії 1907–1929. Проза 1911–1925. – 535 с.
5. Рильський М. На білу гречку впали роси... Лірика. Вибране (1918 – 1929). / М. Рильський. – Житомир: Вид-вець В. Б. Котвицький, 2015. –240 с.
6. Рильський М. Синя далечінь. / М. Рильський. – К.: АДЕФ-Україна, 2022. – 88 с.
7. Теогнід. Елегії вигнанця / Пер. з давньогр. Андрія Содомори.− Львів: ЛА "Піраміда", 2012 − 112 с.

Section: Biology and Microbiology

THE İMPACT OF FUNGAL PATHOGENS ON CEREAL CROPS AND NEW APPROACHES TO THEİR CONTROL

Abdullayeva Shahla
PhD., Associate Professor
Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Abstract

Fungal pathogens are among the major factors causing significant yield losses and quality deterioration in cereal crops worldwide. Diseases caused by fungi can negatively affect plant growth, grain development, and food safety through the production of mycotoxins. Traditional control methods, particularly the extensive use of chemical fungicides, may lead to environmental pollution and the development of pathogen resistance. Therefore, new approaches, including biological control agents, resistant crop varieties, biopesticides, and integrated disease management strategies, are gaining increasing attention. The application of these innovative and sustainable methods can contribute to effective fungal disease control while improving cereal production and reducing environmental risks.

Keywords: fungal pathogens; cereal crops; plant diseases; biological control; fungicides; disease resistance; biopesticides; integrated disease management; sustainable agriculture.

Introduction

Cereal crops such as wheat, barley, maize, rice, and oats are among the most important food crops in the world. They provide a major source of carbohydrates, proteins, vitamins, and minerals for both humans and livestock. However, cereal production is seriously affected by various biotic and abiotic factors, among which fungal diseases are particularly important. Fungal pathogens can infect cereal plants at different stages of development and cause considerable reductions in yield and grain quality. The economic impact of fungal diseases is associated not only with direct yield losses but also with deterioration in the nutritional and commercial quality of harvested grain. In addition, some fungal pathogens produce mycotoxins, which can pose serious risks to human and animal health. Therefore, effective and sustainable management of fungal diseases is essential for maintaining stable cereal production and ensuring food safety.

Cereal crops can be affected by numerous fungal pathogens that cause diseases in roots, stems, leaves, and ears. Important diseases of wheat and other cereals include rusts, powdery mildew, Fusarium head blight, smuts, bunt diseases, and various root and crown rots. These diseases can interfere with photosynthesis, nutrient uptake, water transport, and grain formation. Rust diseases, for example, can cause severe damage to cereal leaves and reduce the plant's photosynthetic capacity. Fusarium species are

particularly important because they can infect cereal heads and contaminate harvested grain with mycotoxins such as deoxynivalenol and zearalenone. Such contamination can reduce grain quality and create food and feed safety problems.

The development and spread of fungal diseases are influenced by environmental conditions. High humidity, rainfall, moderate temperatures, dense crop canopies, and poor crop management can create favorable conditions for pathogen development. Climate change may further modify the distribution and severity of some fungal diseases by changing temperature and precipitation patterns.

The most visible effect of fungal infection is a reduction in crop yield. Infected plants may develop poorly, produce fewer grains, or form small and low-quality kernels. Severe infections can result in substantial economic losses for farmers and can negatively affect the availability of cereal products. Fungal pathogens can also reduce grain quality. Infected grain may have changes in color, size, nutritional composition, and germination capacity. More importantly, certain fungi can produce secondary metabolites known as mycotoxins. These compounds may remain in harvested grain and can be harmful when contaminated products are consumed by humans or animals.

Therefore, fungal diseases represent not only an agricultural problem but also a food-security and public-health concern. Effective disease management should consequently aim to reduce both visible disease symptoms and the risk of mycotoxin contamination. Chemical fungicides have traditionally played an important role in controlling fungal diseases in cereal crops. When properly selected and applied, fungicides can reduce pathogen development and protect plants during critical stages of growth. However, repeated and intensive use of fungicides has created several challenges. One important problem is the development of fungicide resistance in fungal populations. Pathogens can gradually become less sensitive to particular active ingredients, reducing the effectiveness of chemical treatments. In addition, excessive application of fungicides can contribute to environmental contamination and may negatively affect beneficial microorganisms and other non-target organisms. For these reasons, chemical control should not be considered the only solution. Instead, fungicides should be incorporated into integrated disease management programs that combine different control methods and reduce unnecessary chemical applications. In recent years, increasing attention has been given to biological and sustainable approaches to fungal disease control. Biological control involves the use of beneficial microorganisms or their products to suppress plant pathogens. Certain species of bacteria and fungi can compete with pathogens for nutrients and space, produce antimicrobial compounds, or stimulate the plant's natural defense mechanisms.

The development of resistant cereal varieties is another important strategy. Genetic resistance can reduce disease severity and decrease the need for chemical fungicide applications. Plant breeding programs increasingly focus on combining resistance to several important pathogens with desirable agronomic characteristics such as high yield and good grain quality. Biopesticides are also becoming an important component of modern crop protection. They can be based on microorganisms, natural compounds, or other biological materials and may provide environmentally friendly

alternatives to conventional pesticides. However, their effectiveness can depend on environmental conditions and application methods, so further research is needed to improve their reliability under field conditions.

Integrated disease management is particularly promising because it combines several complementary approaches. Crop rotation, use of healthy seeds, resistant varieties, balanced fertilization, proper irrigation, biological control, disease monitoring, and targeted fungicide applications can work together to reduce disease pressure. This approach can also slow the development of resistance and decrease the environmental impact of crop protection. Sustainable agriculture requires effective disease control while minimizing negative effects on the environment. The future management of fungal pathogens will therefore depend on the integration of modern scientific technologies with established agricultural practices. Early disease detection is becoming increasingly important. Modern monitoring techniques, remote sensing, molecular diagnostics, and data-based disease forecasting can help identify infections at an early stage. Such technologies may allow farmers to apply control measures only when and where they are necessary. Combining resistant varieties, biological control agents, precision agriculture, and carefully managed chemical treatments can provide a more sustainable approach to cereal disease management. This can help maintain productivity while reducing dependence on chemical pesticides and lowering production risks.

Conclusion

Fungal pathogens remain a major threat to cereal production because they can cause significant yield losses, reduce grain quality, and contribute to mycotoxin contamination. Although chemical fungicides remain useful tools, their intensive use can contribute to environmental problems and the development of fungicide-resistant pathogen populations. New approaches, including biological control, resistant crop varieties, biopesticides, early disease detection, and integrated disease management, offer promising opportunities for more sustainable crop protection. The successful combination of these methods can improve the effectiveness of fungal disease management and reduce dependence on chemical treatments. Ultimately, the development and adoption of sustainable strategies will be essential for maintaining cereal production, protecting food safety, and reducing environmental risks.

References

1. Abdullayeva Sh.A. (2025). The Impact of Fungal Diseases on Plants in Ecosystems and Ecological Control Methods. Nature & Science. 26.
2. Abdullayeva Sh.A. (2024). On the Rhizosphere of Field Crops and Factors Influencing the Dynamics of its Microbiota. Nature & Science. 10.
3. Abdullayeva Sh.A. (2023). Incidental bacterial in house plants and fungal diseases.
4. Abdullayeva Sh.A. (2022). Biotechnologies of nitrogen-fixing bacteria in the fields of some regions of Azerbaijan. Norwegian Journal of development of the International Science№83. 10.

5. Balakhanova G. (2025). The Relationship Between the Physical-Chemical Properties of Soils and Fungi Biota in Different Areas of Baku City. Nature & Science International Scientific Journal, p.30.
6. Balakhanova G. (2024). Green Choices: The Environmental Impact of Consumption Habits. Nature & Science International Scientific Journal, p.5.

SENSITIVITY OF HUMAN MELANOMA CELLS WITH DIFFERENT DEGREE OF MALIGNANCY TO THE ANTITUMOR EFFECTS OF INTERFERON-α 2b.

Kukurudza Dmytro
Engineer
Saulenko Kyrylo
PhD student
Bezdieniezhnykh Natalia
DSc in Biological Sciences
R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Melanoma is one of the most aggressive malignant neoplasms, making the search for novel therapeutic approaches a continuing priority [1]. Melanoma cells differ considerably in their origin, metastatic potential, baseline molecular profiles, and, consequently, degree of malignancy [1]. Experimental and clinical evidence supports the use of interferon alpha (IFN-α) both as a direct antitumor agent and as a component of multimodal therapy for patients with melanoma [2,3]. However, melanoma cells show wide variation in how sensitively they respond to antitumor effects of IFN-α [4]. Therefore, this study aimed to compare the effects of this cytokine on the viability, proliferative activity, and migratory capacity of human melanoma cells with different grades of malignancy in vitro.

Materials and Methods. Human melanoma cell lines with higher (WM451) and lower (SK-MEL-28) malignant potential were used in the study. The cells were treated with recombinant IFN-α2b at concentrations ranging from 5×10^2 to 5×10^5 IU/mL for 48–72 h. Cell viability was assessed using a colorimetric assay. Cellular phenotypic characteristics were assessed based on the expression levels of Ki-67 (a proliferation biomarker) [5] and p53, p14ARF, and p21WAF1 (cell cycle regulators) [6]; proliferative activity was evaluated using immunocytochemical analysis. The migratory activity of melanoma cells was assessed using a scratch assay [7].

Results. Crystal violet staining demonstrated that treatment of SK-MEL-28 cells with IFN-α at concentrations of 1×10^5 to 5×10^5 IU/mL resulted in a statistically significant 20–35% reduction in the number of viable melanoma cells compared with the control. None of the tested cytokine concentrations affected the viability of WM451 cells.

No statistically significant changes in Ki-67 expression were observed in metastatic WM451 melanoma cells following IFN-α treatment. In contrast, IFN-α-treated SK-MEL-28 cells exhibited a statistically significant 42.9% reduction in the expression of this proliferation marker compared with untreated control cells.

The effects of IFN-α on the expression of cell-cycle regulatory proteins, including $p14^{ARF}$, p53, and $p21^{WAF1}$, were also investigated. No statistically significant changes in $p14^{ARF}$ or p53 expression were detected in WM451 cells. However, $p21^{WAF1}$ expression decreased by 16.7% relative to the control. In SK-MEL-28 cells, $p14^{ARF}$ expression increased by 55%, accompanied by a 36% reduction in p53 expression compared with control cells.

Analysis of melanoma cell migration showed that IFN-α did not affect the migratory activity of WM451 cells. Conversely, IFN-α treatment inhibited the migration of SK-MEL-28 cells – restoration of the disrupted monolayer required 72 h, whereas untreated control cells restored the monolayer within 48 h.

Conclusions. Unlike WM451 cells, SK-MEL-28 cells were sensitive to the antiproliferative and antimigratory effects of IFN-α. This response was evidenced by a reduction in the number of viable cells and Ki-67 expression, alterations in the expression of cell-cycle regulatory proteins, and suppression of cell migration following cytokine exposure.

References

1. Ng MF, Simmons JL, Boyle GM. Heterogeneity in Melanoma. Cancers (Basel). 2022;14(12):3030. doi:10.3390/cancers14123030.
2. Pasquali S, Mocellin S. The anticancer face of interferon alpha (IFN-alpha): from biology to clinical results, with a focus on melanoma. Curr Med Chem. 2010;17(29):3327-3336. doi:10.2174/092986710793176393.
3. Ives NJ, Suciu S, Eggermont AMM, et al. Adjuvant interferon-α for the treatment of high-risk melanoma: an individual patient data meta-analysis. Eur J Cancer. 2017;82:171-183. doi:10.1016/j.ejca.2017.06.006.
4. Maellaro E, Pacenti L, Del Bello B, et al. Different effects of interferon-alpha on melanoma cell lines: a study on telomerase reverse transcriptase, telomerase activity and apoptosis. Br J Dermatol. 2003;148(6):1115-1124. doi:10.1046/j.1365-2133.2003.05301.x.
5. Scholzen T, Gerdes J. The Ki-67 protein: from the known and the unknown. J Cell Physiol. 2000;182(3):311-322. doi:10.1002/(SICI)1097-4652(200003)182:3<311::AID-JCP1>3.0.CO;2-9.
6. Li W, Sanki A, Karim RZ, et al. The role of cell cycle regulatory proteins in the pathogenesis of melanoma. Pathology. 2006;38(4):287-301. doi:10.1080/00313020600817951.
7. Liang CC, Park AY, Guan JL. In vitro scratch assay: a convenient and inexpensive method for analysis of cell migration in vitro. Nat Protoc. 2007;2(2):329-333. doi:10.1038/nprot.2007.30.

ПРОРИВНІ ПІДХОДИ ДО ДОВГОСТРОКОВОГО ФЕНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ: ТЕМПЕРАТУРНІ ТРИГЕРИ ВИХОДУ РУКОКРИЛИХ З ГІБЕРНАЦІЇ

Ківганов Дмитро
кандидат біологічних наук, доцент
Стойловський Володимир
доктор біологічних наук, професор
Кафедра біорізноманіття наземних та водних екосистем
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Одеса, Україна

Вступ. Глобальні кліматичні трансформації та швидке зростання міських агломерацій істотно змінюють фенологічні цикли тварин. Для кажанів помірних широт (Chiroptera) вихід зі стану зимового заціпеніння (гібернації) є найбільш критичним періодом річного життєвого циклу: передчасне або запізніле пробудження загрожує виснаженням ендогенних ліпідних резервів і загибеллю тварин до появи масової кормової бази [1, 2].

Традиційний фенологічний моніторинг рукокрилих базується або на інвазивних візитах до підземних сховищ, що спричиняє стресогенні неконтрольовані пробудження особин, або на випадкових контактних знахідках виснажених тварин у житлових спорудах [3, 4]. Проривною практичною альтернативою, що відповідає сучасним вимогам неінвазивного польового аудиту, стає пасивна цифрова біоакустика. Безперервна високочастотна реєстрація ехолокаційних сигналів у поєднанні з паралельним трекінгом метеорологічних параметрів дозволяє з дискретністю до години ідентифікувати початок відновлення локомоторної та трофічної активності кажанів, верифікуючи точні температурні пороги виходу з гібернації в умовах трансформованого урболандшафту.

Мета дослідження — обґрунтувати методологічні переваги пасивного ультразвукового моніторингу у фенологічних дослідженнях та встановити температурні тригери відновлення весняної активності синантропних угруповань кажанів (на прикладі м. Одеса) у перехідний період 2023 року.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися на території Київського району м. Одеси впродовж березня–квітня 2023 року під час вечірніх та нічних спостережень. Точка акустичного моніторингу розміщувалася на рівні антропогенної забудови поруч із деревними насадженнями, що забезпечувало реєстрацію як транзитних високолітаючих видів, так і маневрених кронних фуражирів.

Апаратний комплекс складався з ультразвукового детектора LunaBat DFD-1, підключеного до високоточного цифрового рекордера Tascam DR-05. Детектор здійснював перетворення ультразвукових імпульсів ехолокації зі збереженням амплітудно-частотного спектра сигналу. Запис вівся у форматі нестисненого аудіо Linear PCM (WAV, частота дискретизації 48 кГц, розрядність

32-біт). Паралельно фіксувалися добові метеопараметри: максимальна денна (T_{max}) та мінімальна нічна (T_{min}) температури повітря (°C).

Обробка матеріалу складалася з фільтрації та спектрального шумозаглушення у ПЗ Audacity (відсікання фонових урбаністичних шумів, нормалізація) з подальшим параметричним аналізом у програмі BatExplorer. Програма реалізує швидке перетворення Фур'є (FFT) для автоматичного та напівавтоматичного обчислення фізичних характеристик імпульсів: мінімальної (f_{min}) і максимальної (f_{max}) частот, частоти пікової енергії (FMAXE) та часових патернів. Верифікація родової належності здійснювалася за спектрографічними ключами європейських видів кажанів із фіксацією індексу ймовірності розпізнавання (Confidence Score, %) [2, 5].

Результати та їх обговорення. Перші стабільні ознаки весняного пробудження рукокрилих після зимового спокою зафіксовано в третій декаді березня (табл. 1).

Температурний поріг вильоту. Зіставлення часових рядів сонограм із температурною кривою свідчить, що вирішальним екзогенним тригером дегібернації виступає стійкий перехід денної температури через порогове значення +15 … +16 °C. Попри низькі нічні температури (+1 … +3 °C), саме денний тепловий імпульс прогріває поверхневі щілини будівель, горища та деформаційні шви (урбогібернакули), спонукаючи тварин до тестових пробних вильотів у сутінках. Першими реєстраціями стали високочастотні імпульси представників роду Myotis sp. (20–21 березня) та низькочастотні потужні вокалізації синантропних Nyctalus sp. і Eptesicus sp. (21–22 березня).

Таблиця 1. Фенологічні маркери та температурний профіль початку весняної активності рукокрилих у м. Одеса (березень 2023 р.)

Дата обліку	T_{min} вночі, ∘C	T_{max} вдень, ∘C	Діапазон f_{max}, кГц	Діапазон f_{min}, кГц	Визначений таксон (Confidence Score, %)
19–20.03	+3	+12	–	–	Акустична активність відсутня
20–21.03	+1	+16	47,7	30,9	Myotis sp. (69 %)
21–22.03	+3	+15	37,4	20,1	Nyctalus sp. (70 %), Eptesicus sp. (68 %)
22–23.03	+3	+15	36,5	15,0	Nyctalus sp. (62 %)
23–24.03	+4	+12	–	–	Акустична активність відсутня
24–25.03	+4	+18	28,3 / 40,7	16,8 / 24,3	Nyctalus sp. (62 %), Plecotus sp. (89 %)
25–26.03	+6	+12	–	–	Акустична активність відсутня
27–28.03	+1	+14	–	–	Акустична активність відсутня
29–30.03	-3	+8	–	–	Повна супресія активності (заморозок)
31.03–01.04	+5	+12	43,5	25,3	Eptesicus sp. (75 %)

Динаміка зворотного заціпеніння (Torpor). Практичний прорив біоакустичного підходу полягає у можливості документування гнучких адаптивних реакцій на короткочасні кліматичні коливання. Так, у період із 25 по 28 березня при зниженні денної температури до +12 … +14 °C польотна активність різко впала. Критичним фенологічним моментом стало різке вторгнення арктичного повітря в ніч проти 30 березня (падіння температури до -3 °C, вдень лише +8 °C): на сонограмах зафіксовано повне затишшя. Кажани оперативно увійшли у стан вторинного короткочасного заціпеніння, що дозволило мінімізувати втрати енергії в умовах відсутності літаючих комах. Уже 31 березня при потеплінні до +5 °C уночі було зафіксовано відновлення вокалізації пізнього пергача (Eptesicus sp., 75 %).

Таксономічна неоднорідність фенологічної відповіді. Першими у весняній фенологічній фазі стабільно реєструвалися види з різними локомоторно-трофічними стратегіями:

1. Nyctalus sp. — мігруючі та синантропні види з потужною ехолокацією (15–25 кГц), пристосовані до висотних транзитних польотів;

2. Eptesicus sp. (зокрема контактно підтверджений E. serotinus) — осілі види-урбаністи, які використовують тріщини споруд для зимівлі та швидко активізуються при нагріванні фасадів;

3. Plecotus sp. і Myotis sp. — види з тихою або широкосмуговою вокалізацією, чия рання поява вказує на перезимівлю у безпосередній близькості до точок обліку (підвали, глибокі ніші будівель).

Висновки

1. Пасивний ультразвуковий моніторинг є високоефективним і неінвазивним інструментом довгострокового фенологічного аудиту ссавців, який виключає турбування гібернакулів і дозволяє фіксувати часові рамки пробудження з точністю до доби.

2. Основним екзогенним тригером весняного відновлення активності рукокрилих в урбанізованих ландшафтах півдня України є стійке зростання денної температури до порогових значень +15 … +16 °C.

3. Зниження нічної температури до від'ємних значень (-3 °C) викликає миттєву супресію польотів і зворотне входження кажанів у захисне гіпотермічне заціпеніння, що демонструє високу енергетичну лабільність синантропних популяцій.

4. Програмно-апаратний комплекс LunaBat DFD-1 + BatExplorer надійно верифікує фенологічні піки активності родів Nyctalus, Eptesicus, Myotis та Plecotus, що відкриває широкі перспективи для побудови довгострокових кліматично-фенологічних предикторів у регіональних дослідженнях біорізноманіття.

Список використаних джерел

1. Dechmann D. K., Wikelski M., Ellis-Soto D., Safi K., O'Mara M. T. Determinants of spring migration departure decision in a bat // Biology Letters. – 2017. – Vol. 13, Iss. 9. – P. 20170395. DOI: 10.1098/rsbl.2017.0395.

2. Walters C. L., Freeman R., Collen A., Dietz C., Brock Fenton M., Jones G., Obrist M. K., Puechmaille S. J., Sattler T., Siemers B. M., Parsons S., Jones K. E. A continental-scale tool for acoustic identification of European bats // Journal of Applied Ecology. – 2012. – Vol. 49, Iss. 5. – P. 1064–1074. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2012.02182.x.
3. Загороднюк І. Загальна картина динаміки хіроптерофауни України // Праці Теріологічної школи. – Київ, 2001. – Вип. 4: Міграційний статус кажанів в Україні. – С. 157–168.
4. Панченко П., Годлевська О. Дані щодо хіроптерофауни північного Причорномор'я за результатами роботи контакт-центрів з рукокрилих // Theriologia Ukrainica. – 2018. – Vol. 16. – С. 120–126. DOI: 10.15407/pts2018.16.120.
5. Russ J. The bats of Britain and Ireland: Echolocation calls, sound analysis and species identification. – Alana Books, 1999. – 103 p.
6. Boyles J. G., Dunbar M. B., Storm J. J., Brack V. Energy availability influences microclimate selection of hibernating bats // Journal of Experimental Biology. – 2007. – Vol. 210, No 24. – P. 4345–4350. DOI: 10.1242/jeb.007294.

Section: Botany and Forestry

СИСТЕМАТИЧНІ ТА БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ОКОЛИЦЬ МІСТА ВІННИЦЯ

Шевчук Оксана
к.б.н., доцент
Глухова Інна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра біології
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського, Україна

Вступ. Лікарські рослини є важливою складовою природної флори та мають значне біологічне, екологічне, ресурсне й практичне значення. Вони формують природний рослинний покрив, беруть участь у функціонуванні екосистем і водночас є цінним джерелом біологічно активних речовин, що зумовлює їх широке використання у медицині, фармації та фітотерапії. Особливої уваги потребує вивчення регіональних особливостей поширення лікарських видів, оскільки їх видовий склад та чисельність значною мірою залежать від природних умов території та інтенсивності антропогенного впливу.

Околиці міста Вінниця характеризуються різноманітністю природних та антропогенно трансформованих екотопів, які створюють умови для зростання значної кількості видів лікарських рослин [1, 2]. Водночас розширення міської забудови, рекреаційне навантаження, зміна характеру землекористування та інші чинники можуть впливати на стан природних рослинних угруповань і доступність рослинних ресурсів. У зв'язку з цим дослідження видового складу та біоекологічних особливостей лікарських рослин околиць міста Вінниця є своєчасним і необхідним для оцінювання сучасного стану цієї складової флори.

Мета роботи. Дослідити та охарактеризувати біоекологічні особливості лікарських рослин околиць міста Вінниця з урахуванням умов їх зростання, поширення та екологічного стану популяцій для наукового обґрунтування їх раціонального використання і збереження.

Матеріали та методи. Дослідження проводили протягом 2025–2026 років у кілька взаємопов'язаних етапів: теоретико-аналітичного, польового, експериментально-аналітичного та узагальнюючого. Видовий склад встановлювали за результатами маршрутно-експедиційних обстежень та ідентифікації рослин із використанням сучасних номенклатурних і визначальних джерел. Здійснено систематичний та екологічний аналіз видів, визначено їх життєві форми за класифікацією К. Раункієра [3].

Результати. У результаті проведених досліджень встановлено видовий склад лікарських рослин, поширених у межах та околицях м. Вінниці. Загалом

виявлено 19 видів, що належать до 10 ботанічних родин. Найбільш репрезентативною виявилася родина Asteraceae – 8 видів (42,1 % від загальної кількості досліджених таксонів). Родини Rosaceae та Lamiaceae представлені по два види, тоді як ще сім родин – по одному виду. Така систематична структура свідчить про певну таксономічну різноманітність дослідженої лікарської флори та провідну роль родини Asteraceae у її формуванні.

Екологічний аналіз показав, що досліджені лікарські рослини характеризуються різними адаптаційними стратегіями щодо основних абіотичних факторів – зволоження та освітлення. За відношенням до водного режиму домінують мезофіти – 9 видів (47,4 %), що свідчить про переважну приуроченість рослин до умов помірного зволоження. Мезогігрофіти та гігрофіти представлені по 3 види (15,8 %), мезоксерофіти – 2 види (10,5 %), тоді як ксеромезофіти та ксерофіти – по одному виду. Отже, структура гідроморф відображає переважання мезофітного компонента та відповідність більшості видів умовам зволоження, характерним для регіону дослідження.

За відношенням до освітлення встановлено переважання сціогеліофітів – 11 видів (57,9 %), які характеризуються широкою екологічною амплітудою щодо інтенсивності освітлення та здатністю розвиватися як у напівтіні, так і на добре освітлених ділянках. Геліофіти становлять 8 видів (42,1 %). Отриманий розподіл свідчить про значну світлову пластичність дослідженої лікарської флори та її здатність функціонувати в різноманітних умовах освітлення.

Аналіз життєвих форм за системою К. Раункієра засвідчив домінування гемікриптофітів – 13 видів (57,9 %). Терофіти та хамефіти представлені по 2 види (15,8 %), криптофіти – 2 видами (10,5 %). Переважання гемікриптофітів є характерною рисою трав’янистої флори помірної кліматичної зони та пов’язане з розміщенням бруньок відновлення на рівні ґрунту, що сприяє переживанню несприятливого періоду та відновленню вегетації.

Виявлені види приурочені переважно до лучних, чорноземних і дернових ґрунтів, які характеризуються сприятливими водно-повітряними властивостями. У цілому результати біоекологічного аналізу засвідчують значне екологічне різноманіття лікарських рослин досліджуваної території, водночас їх видовий склад характеризується переважанням мезофітів, сціогеліофітів і гемікриптофітів. Встановлені закономірності мають практичне значення для оцінювання екологічної приуроченості, поширення та перспектив раціонального використання лікарських рослин в умовах Вінниччини.

Висновки. Проведене дослідження дозволило встановити основні систематичні та біоекологічні особливості лікарської флори в межах і околицях м. Вінниці. Виявлені 19 видів із 10 ботанічних родин характеризуються значним екологічним різноманіттям, проте у їх складі переважають мезофіти, сціогеліофіти та гемікриптофіти. Це свідчить про переважну приуроченість досліджених лікарських рослин до умов помірного зволоження, широкого діапазону освітлення та типових для регіону лучних, чорноземних і дернових ґрунтів. Отримані результати розширюють уявлення про біоекологічні

особливості лікарських рослин Вінниччини та можуть бути використані для оцінювання їх поширення, сировинного потенціалу й перспектив раціонального використання.

Список використаних джерел

1. Криклива С. Д., Шевчук О. А. (2008). Фітосозоологічні особливості Вінницької області. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. Вип. 15. С. 48–53.
2. Криклива С. Д., Шевчук О. А., Болоховська Т. О., Клімас Л. А. (2007). Вивчення лікарських рослин при проведені навчально-польової практики з ботаніки. Вісник Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова. Вип. 11(2/2). С. 718–722.
3. Парахненко В. Г., Благополучна А. Г., Голуб Б. В. (2024). Екологічні групи рослин за відношенням до світла. Наука і техніка сьогодні. №7(35). С. 916–924. https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7(35)-916-924

Section: Ecology and environmental protection

EKOSİSTEMLƏRDƏ BİOTİK VƏ ABİOTİK KOMPONENTLƏRİN QARŞILIQLI ƏLAQƏLƏRİ VƏ FUNKSİONAL TƏŞKİLİNİN EKOLOJİ TƏHLİLİ

Balaxanova Qumru Vasif
b.ü.f.d., baş müəllim
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
https://orcid.org/0000-0002-1709-1442
Azərbaycan

XÜLASƏ

Elmi tədqiqatda ekosistemlərin struktur-funksional təşkili və onların biotik və abiotik komponentləri arasında qarşılıqlı əlaqələrin əsas qanunauyğunluqları təhlil edilmişdir. Ekosistem canlı orqanizmlər və onları əhatə edən fiziki-kimyəvi mühitin qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşan mürəkkəb, dinamik və özünütənzimləyən sistem kimi qiymətləndirilmişdir. Tədqiqat zamanı ekosistemin əsas struktur komponentləri – produsentlər, konsumentlər və destruktorların funksional rolu, trofik əlaqələrin xüsusiyyətləri, enerji axını və maddələrin biogeokimyəvi dövranı araşdırılmışdır. Eyni zamanda temperatur, rütubət, işıqlanma, torpağın fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və digər abiotik amillərin canlı komponentlərin yayılması, məhsuldarlığı və biomüxtəlifliyinə təsiri nəzərdən keçirilmişdir. Ekosistem daxilində növlərarası rəqabət, yırtıcılıq, parazitizm, mutualizm və digər biotik qarşılıqlı əlaqələrin sistemin struktur və funksional bütövlüyünün formalaşmasında əhəmiyyəti müəyyən edilmişdir. Biomüxtəlifliyin ekosistemlərin sabitliyi, davamlılığı və özünütənzimləmə qabiliyyəti ilə əlaqəsi, həmçinin antropogen fəaliyyətin trofik struktur, enerji mübadiləsi, maddələr dövranı və bioloji müxtəlifliyə təsiri qiymətləndirilmişdir. Nəticə etibarilə, ekosistemlərin ekoloji vəziyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsi üçün struktur, funksional, biotik və abiotik göstəricilərin kompleks şəkildə təhlil edilməsinin zəruriliyi əsaslandırılmışdır.

Açar sözlər: ekosistem, struktur-funksional təşkil, biotik komponentlər, abiotik amillər, produsentlər, konsumentlər, destruktorlar, trofik əlaqələr, enerji axını, maddələr dövranı, biomüxtəliflik, ekoloji sabitlik, özünütənzimləmə, antropogen təsir, ekosistem davamlılığı.

GİRİŞ

Ekosistemlər biosferin struktur və funksional bütövlüyünü təmin edən əsas təbii sistemlərdən biri hesab olunur. Hər bir ekosistem canlı orqanizmlərin məcmusundan və onların mövcud olduğu abiotik mühitdən ibarət olmaqla, maddə və enerji mübadiləsinin fasiləsiz həyata keçirildiyi mürəkkəb, açıq və dinamik sistemdir. Ekosistemin formalaşması və fəaliyyəti yalnız onun ayrı-ayrı komponentlərinin mövcudluğu ilə deyil, həmin komponentlər arasında yaranan qarşılıqlı əlaqələrin

xarakteri, intensivliyi, istiqaməti və davamlılığı ilə müəyyən edilir. Bu baxımdan ekosistemlərin struktur-funksional təşkili müasir ekologiyanın fundamental tədqiqat istiqamətlərindən biri hesab olunur.

Ekosistem anlayışının formalaşması ekologiyanın ayrı-ayrı orqanizm və populyasiyaların öyrənilməsindən daha yüksək təşkil səviyyəsində proseslərin araşdırılmasına keçidini təmin etmişdir. İngilis ekoloqu A. G. Tansley 1935-ci ildə "ekosistem" terminini irəli sürməklə canlı orqanizmlərlə onların fiziki mühitinin vahid sistem kimi nəzərdən keçirilməsinin nəzəri əsaslarını yaratmışdır. Tansleyin yanaşmasına görə, canlı birliklər və onların fiziki mühiti bir-birindən ayrılmaz şəkildə fəaliyyət göstərir və ekosistem məhz onların qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranır. Sonrakı dövrlərdə bu konsepsiya inkişaf etdirilmiş və ekosistemlərin enerji axını, maddələrin dövranı, trofik şəbəkələr, bioloji məhsuldarlıq, özünütənzimləmə və davamlılıq kimi funksional xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə geniş imkan yaratmışdır[1].

Ekosistemin strukturunu təşkil edən komponentlər şərti olaraq iki əsas qrupa – biotik və abiotik komponentlərə bölünür. Biotik komponentlərə produsentlər, konsumentlər və redusentlər daxildir. Produsentlər, əsasən yaşıl bitkilər, yosunlar və bəzi mikroorqanizmlər qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddə sintez edərək ekosistemə enerji daxilolmasının bioloji əsasını yaradırlar. Konsumentlər hazır üzvi maddələrlə qidalanan heterotrof orqanizmlərdir və onlar ekosistemdə enerji və maddələrin müxtəlif trofik səviyyələr üzrə ötürülməsini təmin edirlər. Redusentlər, xüsusilə bakteriyalar və göbələklər isə ölmüş orqanizmlərin və üzvi qalıqların parçalanmasında iştirak edərək elementlərin mineral formaya keçməsini və yenidən bioloji dövriyyəyə qoşulmasını təmin edirlər.

Abiotik komponentlər isə ekosistemin fiziki-kimyəvi əsasını təşkil edir. Günəş radiasiyası, temperatur, su, atmosfer qazları, torpağın fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri, pH, mineral elementlərin konsentrasiyası, rütubət və digər ekoloji amillər canlıların yayılmasına, fizioloji fəaliyyətinə, böyüməsinə, çoxalmasına və məhsuldarlığına təsir göstərir. Lakin bu təsir birtərəfli xarakter daşımır. Canlı orqanizmlərin fəaliyyəti də mühitin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini dəyişdirə bilir. Məsələn, bitki örtüyü torpağın temperatur və rütubət rejiminə, karbon qazı və oksigen balansına təsir edir, mikroorqanizmlərin fəaliyyəti isə üzvi maddələrin parçalanması və mineral elementlərin dövranında mühüm rol oynayır.

Ekosistemin əsas struktur xüsusiyyətlərindən biri onun iyerarxik təşkilidir. Bioloji təşkil səviyyələrinin fərd → populyasiya → biosenoz → ekosistem → landşaft → biom → biosfer ardıcıllığı ekoloji sistemlərin bir-biri ilə əlaqəli olduğunu göstərir. Hər bir təşkil səviyyəsində spesifik qanunauyğunluqlar meydana çıxır. Bununla belə, ekosistem səviyyəsində canlı və cansız komponentlər arasındakı qarşılıqlı təsirlər daha aydın şəkildə özünü göstərir. Buna görə ekosistem ekologiyası müxtəlif təşkil səviyyələrində gedən prosesləri birləşdirən inteqrativ elm sahəsi kimi çıxış edir[2].

Ekosistemlərin funksional təşkilində enerji axını fundamental əhəmiyyət daşıyır. Günəş enerjisinin produsentlər tərəfindən mənimsənilməsi nəticəsində qeyri-üzvi karbon üzvi maddəyə çevrilir və ilkin bioloji məhsuldarlıq yaranır. Sonrakı mərhələdə

bu enerji konsumentlər vasitəsilə müxtəlif trofik səviyyələrə ötürülür. Lakin enerji hər trofik keçiddə tam ötürülmədiyindən onun əhəmiyyətli hissəsi metabolik proseslər zamanı istilik şəklində itirilir. Bu xüsusiyyət ekosistemlərdə enerji axınının əsasən bir istiqamətli olmasını müəyyən edir.

Enerjidən fərqli olaraq, ekosistemdə maddələr dövriyyə edir. Karbon, azot, fosfor, kükürd və su kimi elementlərin biogeokimyəvi dövranları ekosistemlərin uzunmüddətli fəaliyyətinin əsasını təşkil edir. Bu proseslərdə canlı orqanizmlərlə yanaşı, torpaq, su və atmosfer kimi abiotik komponentlər də iştirak edir. Xüsusilə mikroorqanizmlər azot, karbon və digər elementlərin çevrilməsində mühüm funksional qrup təşkil edir. Beləliklə, ekosistemin davamlılığı enerji axını və maddələrin dövranının qarşılıqlı tamamlanması ilə təmin edilir.

Ekosistemlərin struktur-funksional xüsusiyyətlərinin formalaşmasında trofik əlaqələr mühüm yer tutur. Təbiətdə produsentlərlə herbivorlar, herbivorlarla yırtıcılar, həmçinin müxtəlif mikroorqanizmlər arasında mürəkkəb qida münasibətləri mövcuddur. Ayrı-ayrı qida zəncirlərinin bir-biri ilə əlaqələnməsi nəticəsində qida şəbəkələri formalaşır. Qida şəbəkəsi ekosistemdə enerji və maddələrin hansı istiqamətlərdə hərəkət etdiyini və növlər arasında qarşılıqlı asılılığın səviyyəsini göstərən mühüm struktur göstəricisidir.

Ekoloji əlaqələr yalnız qidalanma münasibətləri ilə məhdudlaşmır. Rəqabət, yırtıcılıq, parazitizm, mutualizm, kommensalizm və digər biotik münasibətlər də ekosistemin strukturunun formalaşmasına təsir göstərir. Rəqabət məhdud resurslardan istifadə uğrunda yaranır, yırtıcılıq və parazitizm populyasiyaların say dinamikasının tənzimlənməsində iştirak edir, mutualistik əlaqələr isə müxtəlif növlər arasında qarşılıqlı faydalı münasibətlərin yaranmasına səbəb olur. Bu münasibətlərin məcmusu ekosistemdə mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələr şəbəkəsi yaradır.

Ekosistemlərin struktur-funksional xüsusiyyətləri onların biomüxtəlifliyi ilə də sıx bağlıdır. Növ müxtəlifliyi, növlərin nisbi bolluğu, funksional müxtəliflik və dominantlıq strukturu ekosistemin mürəkkəbliyini xarakterizə edən əsas göstəricilərdir. Müxtəliflik indekslərinin tətbiqi ekosistemlərin struktur vəziyyətinin kəmiyyətcə qiymətləndirilməsinə imkan verir. Şennon, Simpson və Pielou indeksləri müxtəliflik, dominantlıq və bərabərlik səviyyəsinin qiymətləndirilməsində geniş istifadə olunur. Bununla yanaşı, ekosistemin funksional vəziyyətini müəyyən etmək üçün yalnız növ sayının deyil, növlərin ekosistem proseslərindəki funksional rolunun da nəzərə alınması vacibdir[3].

Müasir dövrdə ekosistemlərin struktur-funksional təşkilinə antropogen təsirlərin rolu getdikcə artır. Urbanizasiya, sənayeləşmə, kənd təsərrüfatının intensivləşdirilməsi, meşələrin qırılması, torpaqların deqradasiyası, su və atmosfer çirklənməsi, invaziv növlərin yayılması və iqlim dəyişmələri təbii ekoloji əlaqələrin transformasiyasına səbəb olur. Antropogen təzyiq nəticəsində bəzi növlərin bolluğu azalır, tolerant növlərin dominantlığı artır, trofik əlaqələr dəyişir, torpağın mikrobioloji fəaliyyəti və maddələr dövranının intensivliyi pozula bilər.

Xüsusilə şəhər ekosistemləri təbii və antropogen proseslərin qarşılıqlı təsirinin daha aydın müşahidə edildiyi sistemlərdir. Şəhər mühitində temperatur rejiminin

dəyişməsi, torpaqların mexaniki və kimyəvi transformasiyası, atmosfer çirklənməsi və yaşıllıq sahələrinin parçalanması canlı komponentlərin strukturuna təsir göstərir. Belə şəraitdə mikroorqanizmlərin, o cümlədən mikromisetlərin növ tərkibində və ekoloji qruplarında baş verən dəyişikliklər mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi baxımından mühüm göstərici ola bilər.

Bu baxımdan ekosistemlərin struktur-funksional təşkilinin kompleks şəkildə araşdırılması yalnız nəzəri ekologiya üçün deyil, həm də təbiətin mühafizəsi, biomüxtəlifliyin qorunması, ekoloji monitorinq və ekosistem xidmətlərinin davamlı idarə olunması üçün böyük əhəmiyyət daşıyır.

MATERİAL VƏ METODLAR

Tədqiqat ekosistemlərin struktur-funksional təşkilinin sistemli və kompleks yanaşma əsasında qiymətləndirilməsinə istiqamətləndirilmişdir. Tədqiqat materialını ekosistem ekologiyası, biosenologiya, biomüxtəliflik, biogeokimya, ekosistem funksiyaları və ekoloji monitorinq üzrə elmi ədəbiyyat məlumatları təşkil etmişdir. Təhlil zamanı ekosistemin biotik və abiotik komponentləri, onların funksional rolu və qarşılıqlı əlaqələri əsas tədqiqat vahidləri kimi qəbul edilmişdir.

Ekosistemin strukturunun qiymətləndirilməsi zamanı ilk növbədə biotik komponentlər produsent, konsument və redusent qruplarına ayrılmışdır. Produsentlərin ekosistemdə ilkin məhsuldarlığın formalaşmasında, konsumentlərin enerji və maddələrin trofik səviyyələr üzrə ötürülməsində, redusentlərin isə üzvi maddələrin parçalanması və mineral elementlərin dövriyyəyə qaytarılmasında rolu təhlil edilmişdir.

Abiotik komponentlərin qiymətləndirilməsi zamanı temperatur, su təminatı, işıq, rütubət, torpağın pH göstəricisi, mineral elementlərin miqdarı, üzvi maddələrin səviyyəsi və digər fiziki-kimyəvi amillər nəzərə alınmışdır. Bu amillərin canlı komponentlərin yayılmasına və ekosistem məhsuldarlığına təsiri müqayisəli yanaşma əsasında qiymətləndirilmişdir.

Ekosistemin trofik strukturunun müəyyənləşdirilməsi üçün qida zəncirləri və qida şəbəkələri nəzərdən keçirilmiş, müxtəlif trofik səviyyələr arasında enerji və maddə ötürülməsi təhlil edilmişdir. Eyni zamanda ekosistemin funksional əlaqələrinin qiymətləndirilməsində yırtıcılıq, rəqabət, parazitizm və mutualizm kimi əsas biotik münasibətlər nəzərə alınmışdır.

Biomüxtəlifliyin struktur göstəricilərinin qiymətləndirilməsi üçün Şennon müxtəliflik indeksi, Simpson indeksi və Pielou bərabərlik indeksindən istifadə prinsipləri tətbiq edilmişdir. Şennon indeksi növ müxtəlifliyinin həm növ zənginliyini, həm də növlərin nisbi bolluğunu nəzərə alan göstərici kimi qəbul edilmişdir:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

burada H' – Şennon müxtəliflik indeksi, p_i– i növünün ümumi fərdlər sayında payı, S– növlərin ümumi sayıdır.

Növlərin ekosistemdə bərabər paylanmasının qiymətləndirilməsi üçün Pielou indeksi:

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

formulu ilə ifadə edilmişdir.

Ekosistemlərdə komponentlərarası əlaqələrin təhlili zamanı sistem yanaşmasından istifadə olunmuşdur. Bu yanaşma çərçivəsində bir komponentdə baş verən dəyişikliklərin digər komponentlərə birbaşa və dolayı təsirləri nəzərdən keçirilmişdir. Həmçinin ekosistemin girişləri, daxili prosesləri və çıxışları arasında funksional əlaqələr müəyyənləşdirilmişdir.

Məlumatların interpretasiyası zamanı müqayisəli-ekoloji, struktur-funksional və səbəb-nəticə təhlili metodlarından istifadə edilmişdir. Əldə olunan nəticələrin ekoloji əhəmiyyəti ekosistemin məhsuldarlığı, biomüxtəlifliyi, maddələr dövranı və özünütənzimləmə qabiliyyəti baxımından qiymətləndirilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Aparılan kompleks təhlil göstərmişdir ki, ekosistemlərin struktur-funksional təşkili çoxkomponentli və iyerarxik xarakter daşıyır. Ekosistemin biotik və abiotik hissələri arasında mövcud olan qarşılıqlı əlaqələr onun struktur bütövlüyünü və funksional fəaliyyətini müəyyən edən əsas mexanizmlərdən biridir. Bu komponentlərdən hər hansı birində baş verən dəyişiklik digər komponentlərə birbaşa və ya dolayı şəkildə təsir göstərməklə bütün sistemin vəziyyətində dəyişiklik yarada bilər.

Produsentlərin ekosistemdə əsas funksiyası ilkin üzvi maddənin yaradılması və günəş enerjisinin bioloji sistemdə mənimsənilməsidir. Produsentlərin məhsuldarlığının dəyişməsi bütün trofik şəbəkənin enerji təminatına təsir edir. Bu baxımdan bitki örtüyünün sıxlığı, növ tərkibi və fotosintetik aktivliyi ekosistemin funksional vəziyyətinin mühüm göstəricilərindən biri hesab oluna bilər.

Konsumentlərin fəaliyyəti isə ekosistemdə populyasiyaların sayının tənzimlənməsi və enerji axınının davam etdirilməsi baxımından mühümdür. Herbivorların produsentlərlə, yırtıcıların isə herbivorlarla qidalanması trofik səviyyələr arasında qarşılıqlı asılılıq yaradır. Bir trofik səviyyədə baş verən dəyişiklik digər səviyyələrdə də özünü göstərə bilər. Bu hadisə ekosistemlərdə trofik kaskadların yaranması ilə nəticələnə bilər.

Redusentlərin fəaliyyəti ekosistemin maddələr dövranının əsasını təşkil edir. Ölü üzvi maddənin parçalanması nəticəsində elementlər mineral formalara keçir və yenidən produsentlər tərəfindən mənimsənilir. Bu prosesdə göbələklər və bakteriyalar xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Buna görə də redusentlərin fəaliyyətində dəyişiklik maddələrin dövranının intensivliyinə və nəticədə ekosistemin məhsuldarlığına təsir göstərə bilər.

Təhlil göstərmişdir ki, ekosistemlərdə enerji axını və maddələrin dövranı bir-birini tamamlayan iki əsas funksional prosesdir. Enerji ekosistemə əsasən günəş radiasiyası formasında daxil olur və trofik səviyyələr üzrə ötürüldükcə onun müəyyən hissəsi istilik şəklində itirilir. Maddələr isə ekosistemin biotik və abiotik komponentləri

arasında dövr edərək dəfələrlə istifadə oluna bilir. Bu fundamental fərq ekosistemlərin termodinamik və biogeokimyəvi xüsusiyyətlərini müəyyən edir.

Abiotik amillərin təhlili göstərmişdir ki, temperatur, su, işıq və torpaq xüsusiyyətləri canlı komponentlərin strukturunun formalaşmasında mühüm rol oynayır. Temperatur dəyişdikdə orqanizmlərin metabolik sürəti, inkişaf və çoxalma prosesləri dəyişə bilər. Su çatışmazlığı xüsusilə quru ekosistemlərində ilkin məhsuldarlığın məhdudlaşdırıcı amilinə çevrilə bilər. İşıq intensivliyi və spektral tərkibi fotosintetik proseslərə və bitkilərin məkan üzrə paylanmasına təsir göstərir.

Torpaq ekosistemlərində isə pH, humus, azot, fosfor və digər mineral elementlər mühüm ekoloji amillərdir. Torpağın fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri yalnız bitkilərin inkişafını deyil, həm də mikroorqanizmlərin növ tərkibini və metabolik fəaliyyətini müəyyənləşdirir. Bu baxımdan torpaq mikrobiotası ekosistemin funksional proseslərinin mühüm komponentidir.

Biotik əlaqələrin təhlili göstərmişdir ki, ekosistemdə növlər arasında həm müsbət, həm mənfi, həm də neytral xarakterli qarşılıqlı münasibətlər mövcuddur. Rəqabət resursların məhdud olduğu şəraitdə növlərin bir-birinə təsirini gücləndirir. Yırtıcılıq və parazitizm populyasiya sıxlığının tənzimlənməsində iştirak edir. Mutualistik münasibətlər isə növlərin birgə fəaliyyətindən qarşılıqlı fayda əldə etməsinə imkan verir. Bu münasibətlərin birgə fəaliyyəti ekosistem daxilində mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələr şəbəkəsi yaradır[4].

Biomüxtəlifliyin ekosistem funksiyalarına təsiri də mühüm nəticələrdən biri kimi qiymətləndirilmişdir. Növ müxtəlifliyinin artması müxtəlif resurslardan istifadə edən funksional qrupların sayının artmasına və ekosistemdə funksional əlaqələrin genişlənməsinə şərait yarada bilər. Bununla belə, ekosistemin funksional sabitliyini yalnız növ zənginliyi ilə izah etmək mümkün deyil. Funksional müxtəliflik, dominant növlərin rolu və növlərin ekosistem proseslərinə verdiyi töhfə də nəzərə alınmalıdır.

Ekosistemin özünütənzimləmə qabiliyyəti komponentlər arasındakı çoxsaylı qarşılıqlı əlaqələrin nəticəsidir. Məsələn, yırtıcı–ov münasibətlərində bir populyasiyanın sayının dəyişməsi digər populyasiyanın dinamikasına təsir göstərir. Bu qarşılıqlı təsirlər müəyyən şəraitdə populyasiyaların sayının sabitləşməsinə kömək edə bilər. Lakin ekosistemə təsir edən amilin intensivliyi müəyyən həddi keçdikdə özünütənzimləmə mexanizmləri zəifləyə bilər.

Antropogen təsirlərin təhlili göstərmişdir ki, ekosistemlərin struktur-funksional təşkilində insan fəaliyyəti mühüm transformasiyaedici amildir. Şəhərləşmə, sənaye fəaliyyəti və torpaqların intensiv istifadəsi yaşayış mühitlərinin parçalanmasına, növ tərkibinin dəyişməsinə və trofik əlaqələrin pozulmasına gətirib çıxara bilər. Çirkləndiricilərin torpaqda və su hövzələrində toplanması mikroorqanizmlərin fəaliyyətinə və biogeokimyəvi proseslərin intensivliyinə təsir göstərə bilər[5].

Xüsusilə urbanizasiya şəraitində ekosistemlərdə tolerant və antropogen təsirə davamlı növlərin payının artması müşahidə oluna bilər. Bu dəyişiklik ekosistemin əvvəlki strukturundan fərqli yeni biotik birliklərin formalaşmasına səbəb olur. Belə transformasiyalar yalnız növ tərkibində deyil, həm də trofik əlaqələrdə, maddələr dövranında və enerji axınında özünü göstərə bilər.

Mikroorqanizmlər və xüsusilə mikromisetlər bu baxımdan mühüm ekoloji göstəricilərdən biri kimi qiymətləndirilə bilər. Göbələklər üzvi maddələrin parçalanmasında, torpaq strukturunun formalaşmasında və mineral elementlərin dövranında iştirak etdiyindən onların növ tərkibində və bolluğunda baş verən dəyişikliklər ekosistemin funksional vəziyyətindəki dəyişiklikləri əks etdirə bilər. Eyni zamanda bəzi mikromiset növlərinin antropogen mühitlərə yüksək uyğunlaşma qabiliyyəti onların ekoloji monitorinqdə indikator kimi tətbiq edilməsinə imkan yaradır.

Ümumilikdə, nəticələr göstərir ki, ekosistemlərdə struktur və funksiya bir-birindən ayrılmaz anlayışlardır. Növ tərkibində və ya populyasiya strukturunda baş verən dəyişikliklər enerji axınına, maddələr dövranına və trofik əlaqələrə təsir göstərə bilər. Əksinə, abiotik mühitin dəyişməsi də biotik komponentlərin strukturunu dəyişdirir. Buna görə ekosistemlərin tədqiqində yalnız komponentlərin inventarlaşdırılması deyil, onların qarşılıqlı əlaqələrinin funksional baxımdan qiymətləndirilməsi zəruridir.

NƏTİCƏ

Aparılmış təhlilin nəticələri göstərir ki, ekosistemlər biotik və abiotik komponentlərin qarşılıqlı fəaliyyəti nəticəsində formalaşan mürəkkəb, dinamik və özünütənzimləyən struktur-funksional sistemlərdir. Ekosistemin bütövlüyü produsentlər, konsumentlər, redusentlər və abiotik amillər arasında mövcud olan qarşılıqlı əlaqələrin davamlılığı ilə təmin edilir.

Produsentlər günəş enerjisini üzvi maddədə toplayaraq ekosistem üçün ilkin enerji və maddə bazası yaradır, konsumentlər həmin enerjinin trofik səviyyələr üzrə ötürülməsini təmin edir, redusentlər isə ölü üzvi maddənin parçalanması və mineral elementlərin yenidən dövriyyəyə qaytarılması prosesində iştirak edirlər. Bu funksional qrupların qarşılıqlı fəaliyyəti ekosistemin maddə və enerji mübadiləsinin əsasını təşkil edir.

Ekosistemin struktur-funksional təşkilində temperatur, su, işıq, torpaq və digər abiotik amillərin təsiri mühüm əhəmiyyət daşıyır. Eyni zamanda canlı orqanizmlər öz fəaliyyəti ilə abiotik mühitin xüsusiyyətlərini dəyişdirdiyindən biotik və abiotik komponentlər arasında qarşılıqlı, ikitərəfli əlaqə mövcuddur.

Tədqiqat nəticələri göstərir ki, ekosistemin sabitliyi yalnız növ zənginliyindən deyil, növlərin funksional rolundan, trofik əlaqələrin mürəkkəbliyindən, maddələrin dövranının effektivliyindən və ekosistemin özünütənzimləmə imkanlarından asılıdır. Antropogen təsirlərin güclənməsi bu mexanizmlərin fəaliyyətinə mənfi təsir göstərərək ekosistemlərin struktur və funksional xüsusiyyətlərinin transformasiyasına səbəb ola bilər.

Beləliklə, ekosistemlərin ekoloji vəziyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsi üçün növ müxtəlifliyi, funksional müxtəliflik, trofik struktur, biomassa, ilkin məhsuldarlıq, parçalanma prosesləri, biogeokimyəvi dövranlar və abiotik amillərin kompleks şəkildə təhlili zəruridir. Bu yanaşma təbii və antropogen transformasiyaya məruz qalmış ekosistemlərin monitorinqi, onların ekoloji davamlılığının qiymətləndirilməsi və qorunması üçün daha etibarlı elmi əsas yaradır.

Ekosistemlərdə bütün komponentlərin qarşılıqlı əlaqəli olması onu göstərir ki, təbiətdə heç bir dəyişiklik təcrid olunmuş şəkildə baş vermir. Bir növün azalması, torpağın kimyəvi xüsusiyyətlərinin dəyişməsi, temperaturun yüksəlməsi və ya su rejiminin pozulması bütövlükdə ekosistemin digər komponentlərinə də təsir göstərə bilər. Bu səbəbdən müasir ekologiyada ekosistemlərə ayrı-ayrı orqanizmlərin və amillərin cəmi kimi deyil, enerji axını, maddələrin dövranı və biotik əlaqələrlə birləşmiş vahid, dinamik və qarşılıqlı asılı sistem kimi yanaşılması fundamental elmi prinsip olaraq qalır.

Ədəbiyyat

1. Ghosh, S., Matthews, B., Petchey, O.L. (2024). Temperature and biodiversity influence community stability differently in birds and fishes. Nature Ecology & Evolution, 8, 1835–1846.
2. Srednick, G., Swearer, S.E. (2024). Understanding diversity–synchrony–stability relationships in multitrophic communities. Nature Ecology & Evolution, 8, 1259–1269.
3. Wagg, C., Roscher, C., Weigelt, A., et al. (2022). Biodiversity–stability relationships strengthen over time in a long-term grassland experiment. Nature Communications, 13.
4. Wang, S., et al. (2021). Moving toward a new era of ecosystem science. Geography and Sustainability, 2(3), 151–162.
5. Xu, C., et al. (2021). Linking terrestrial and aquatic biodiversity to ecosystem function across scales, trophic levels, and realms. Frontiers in Environmental Science, 9, 692401.
6. Yu, S., Cao, X., Chen, P., et al. (2025). Climate warming and nutrient enrichment destabilize plankton network stability over the past century. Communications Earth & Environment, 6, 247.
7. Zhang, J., et al. (2023). Revisiting biodiversity and ecosystem functioning through the lens of complex adaptive systems. Diversity, 15(8), 895.

ECOLOGICAL ANALYSIS OF THE INTERACTIONS BETWEEN BIOTIC AND ABIOTIC COMPONENTS AND THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS

Gumru Vasif Balakhanova
PhD in Biology, Associate Professor-level Lecturer
Azerbaijan State Pedagogical University
https://orcid.org/0000-0002-1709-1442

ABSTRACT

This scientific study analyzes the fundamental patterns of the structural-functional organization of ecosystems and the interactions between their biotic and abiotic components. An ecosystem is considered a complex, dynamic, and self-regulating system formed through the interaction of living organisms with their surrounding

physical and chemical environment. The study examines the functional roles of the major structural components of ecosystems—producers, consumers, and decomposers as well as the characteristics of trophic relationships, energy flow, and biogeochemical cycling of matter. At the same time, the effects of temperature, humidity, light availability, soil physicochemical properties, and other abiotic factors on the distribution, productivity, and biodiversity of living components are considered. Particular attention is given to the importance of interspecific competition, predation, parasitism, mutualism, and other biotic interactions in maintaining the structural and functional integrity of ecosystems. The relationship between biodiversity and ecosystem stability, resilience, and self-regulation capacity is also examined, together with the effects of anthropogenic activities on trophic structure, energy transfer, biogeochemical cycles, and biological diversity. Overall, the study substantiates the necessity of a comprehensive assessment of structural, functional, biotic, and abiotic indicators for an objective evaluation of the ecological condition and sustainability of ecosystems.

Keywords: ecosystem, structural-functional organization, biotic components, abiotic factors, producers, consumers, decomposers, trophic interactions, energy flow, biogeochemical cycling, biodiversity, ecological stability, self-regulation, anthropogenic impact, ecosystem resilience.

DIDACTIC POSSIBILITIES OF USING CONCEPTUAL MODELS IN TEACHING FOOD CHAINS AND TROPHIC RELATIONSHIPS

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

Abstract

This study examines the pedagogical potential of conceptual models in teaching food chains and trophic relationships in biology education. Food chains and trophic interactions are fundamental ecological concepts; however, their abstract, dynamic, and interconnected nature can create difficulties for students in developing a comprehensive understanding of ecosystem organization and energy flow. The study investigates the effectiveness of conceptual-model-based instruction in improving students' understanding of trophic levels, feeding relationships, food webs, energy transfer, and ecological interdependence. A mixed-methods educational research design was applied, combining pre-test and post-test assessment, analysis of students' conceptual models, classroom observations, and qualitative evaluation of students' explanations. The instructional intervention incorporated food-chain diagrams, food-web models, trophic pyramids, energy-flow representations, and ecological problem-

based modeling activities. The findings demonstrated that students exposed to conceptual-model-based instruction showed greater improvement in conceptual understanding, interpretation of trophic relationships, identification of energy-flow pathways, and prediction of ecological changes compared with students receiving conventional instruction. The use of conceptual models also contributed to reducing common misconceptions and promoted the development of systems thinking and scientific reasoning. The study concludes that conceptual models can serve not only as visual teaching materials but also as effective instruments for inquiry-based learning, conceptual development, and formative assessment in biology education. Their systematic integration into biology curricula can contribute to improved ecological literacy and students' ability to understand complex ecosystem processes and environmental challenges.

Keywords: biology education, conceptual models, food chains, food webs, trophic relationships, trophic levels, energy flow, ecological interactions, systems thinking, ecological literacy, scientific reasoning, model-based learning, ecosystem education, environmental awareness

Introduction

Biology education plays a fundamental role in developing students' scientific literacy, ecological awareness, and capacity to understand the complex relationships that characterize living systems. Among the core concepts of biology, food chains and trophic relationships occupy a particularly important position because they provide a conceptual basis for understanding energy flow, matter cycling, population interactions, ecosystem organization, and ecological stability. Although food chains are often introduced as relatively simple sequences showing the transfer of energy and nutrients from producers to consumers and decomposers, the underlying ecological processes are considerably more complex. In natural ecosystems, organisms are interconnected through multiple feeding relationships, forming intricate food webs in which changes in one population may influence numerous other organisms. Consequently, teaching trophic relationships requires instructional approaches that enable students not only to memorize ecological terminology but also to construct meaningful mental representations of dynamic ecosystem processes.

Traditional approaches to teaching food chains have frequently emphasized verbal explanations, textbook illustrations, and the memorization of trophic levels such as producers, primary consumers, secondary consumers, tertiary consumers, and decomposers. While such approaches can facilitate the acquisition of basic terminology, they may be insufficient for developing a deeper understanding of ecological systems. Students often encounter difficulties in distinguishing between energy flow and matter cycling, identifying the direction of energy transfer, interpreting trophic levels, and explaining why energy availability decreases at successive trophic levels. Moreover, learners may perceive food chains as linear and static structures rather than as interconnected components of dynamic ecosystems. These conceptual difficulties indicate the need for pedagogical strategies that make abstract ecological relationships visible, interpretable, and cognitively accessible.

In this context, conceptual models represent a valuable pedagogical instrument for biology education. A conceptual model can be understood as a simplified representation of a system, process, structure, or relationship that highlights its essential components and interactions. In ecological education, conceptual models may take the form of diagrams, flowcharts, food-web representations, trophic pyramids, interaction maps, systems models, causal diagrams, and other visual or symbolic representations. Their primary educational value lies not simply in illustrating information but in supporting students in organizing knowledge, identifying relationships between concepts, predicting consequences of ecological changes, and constructing explanations based on evidence. When appropriately designed and integrated into instruction, conceptual models can transform food-chain education from a process of passive information reception into an active process of scientific reasoning and model-based learning[1].

The educational significance of conceptual models becomes particularly evident when students study trophic relationships. A trophic relationship reflects the transfer of energy and matter among organisms according to their feeding interactions. Producers convert solar energy into chemical energy through photosynthesis, while consumers obtain energy by feeding on other organisms. Decomposers and detritivores contribute to the transformation and recycling of organic matter, linking trophic processes to nutrient cycling. These relationships cannot be fully understood by considering individual organisms independently because ecological systems function through interconnected interactions. A conceptual model can therefore help learners visualize how organisms occupy different trophic positions and how energy and matter move through an ecosystem.

For example, a simple conceptual model of a grassland ecosystem may represent the relationship grass → grasshopper → frog → snake → eagle. Such a model provides students with an initial representation of trophic organization. However, a more advanced model can demonstrate that grass is consumed by several herbivores, that frogs may consume multiple types of invertebrates, and that snakes may have several prey species. Consequently, the linear food chain can be expanded into a food web, allowing students to recognize the interconnected nature of ecological systems. This progression from simple linear representations to complex network models is pedagogically important because it corresponds to the gradual development of students' systems thinking abilities.

Conceptual models also contribute to overcoming common misconceptions associated with food chains. One frequent misconception is that energy is transferred completely from one trophic level to another. In reality, only a fraction of the energy available at one trophic level is incorporated into biomass at the next level, while substantial amounts are dissipated through metabolic processes, respiration, movement, and heat production. A conceptual model incorporating arrows, energy-flow pathways, and trophic-level information can help students distinguish between the direction of energy transfer and the movement of organisms or biomass. Similarly, students may incorrectly assume that decomposers occupy a single terminal position

in every food chain. Conceptual models can demonstrate that decomposers interact with organic matter originating from multiple trophic levels and therefore play a functionally interconnected role within ecosystems.

Another important educational advantage of conceptual modeling is its capacity to connect micro-level biological processes with macro-level ecological patterns. At the organismal level, feeding involves physiological processes such as digestion, absorption, metabolism, and energy utilization. At the population level, feeding interactions influence population size, competition, predation, and reproductive success. At the ecosystem level, these interactions contribute to energy transfer, nutrient cycling, productivity, and ecosystem stability. Conceptual models can integrate these different levels of biological organization, enabling students to understand that trophic relationships are not isolated phenomena but components of a broader hierarchical ecological system.

The use of conceptual models is also closely associated with the development of systems thinking in biology education. Systems thinking requires learners to identify components of a system, understand relationships among those components, recognize feedback mechanisms, and predict how changes in one component may influence the entire system. Food webs provide an appropriate context for developing these abilities because they represent networks of interconnected organisms. For instance, the reduction of a predator population may lead to an increase in herbivore abundance, which can subsequently reduce vegetation biomass and alter habitat conditions. A conceptual model can represent this sequence as a series of interconnected causal relationships. Students can then use the model to formulate predictions about ecosystem responses to environmental disturbances, species loss, invasive species, habitat fragmentation, or climate-related changes.

Furthermore, conceptual modeling provides opportunities for inquiry-based and problem-based learning. Rather than presenting students with a completed food chain, teachers can provide information about organisms within an ecosystem and ask students to construct a model showing possible feeding relationships. Students may subsequently be asked to justify the direction of arrows, identify trophic levels, determine potential energy pathways, and predict the consequences of removing or introducing a particular species. Such activities encourage students to engage in scientific practices including observation, classification, evidence-based reasoning, explanation, prediction, and model revision. The educational process therefore shifts from memorizing predefined ecological relationships toward constructing and evaluating scientific representations.

An important characteristic of effective conceptual models is that they should be purposeful, scientifically accurate, and appropriately simplified. Excessive simplification may produce misconceptions, whereas excessive complexity may overwhelm students' cognitive capacities. For this reason, the design of models should correspond to learners' age, prior knowledge, cognitive development, and educational objectives. At the introductory level, simple food-chain diagrams may be appropriate for establishing the concepts of producer and consumer. At more advanced levels,

students can work with food webs, ecological pyramids, energy-flow models, quantitative trophic models, and dynamic ecosystem representations. This gradual increase in model complexity allows learners to progress from basic conceptual recognition to higher-order ecological reasoning.

Digital technologies have further expanded the possibilities for conceptual modeling in biology education. Interactive simulations, digital food-web platforms, ecological modeling software, animations, and virtual laboratories can allow students to manipulate variables and observe potential consequences within simulated ecosystems. For example, students may alter the abundance of a predator and observe changes in prey populations, or modify primary productivity and examine potential effects across trophic levels. Such dynamic representations are particularly valuable because many ecological processes occur over time and cannot be directly observed in a conventional classroom. Digital conceptual models can therefore provide students with opportunities to investigate ecological processes that would otherwise remain abstract[2].

The integration of conceptual models into biology instruction is also relevant to the development of ecological literacy and environmental responsibility. Understanding trophic relationships helps students recognize the ecological consequences of human activities such as overfishing, deforestation, pesticide use, habitat destruction, pollution, and species introduction. When students can represent these processes within an ecological model, they are better positioned to understand how anthropogenic disturbances propagate through ecosystems. For example, excessive pesticide application may reduce insect populations, influence insectivorous birds, alter predator–prey relationships, and ultimately affect ecosystem functioning. Conceptual models can make these indirect ecological effects more visible and can encourage students to interpret environmental problems from a systems perspective rather than as isolated events.

In addition, conceptual modeling supports formative assessment in biology education. Students' models can provide teachers with direct evidence of their conceptual understanding, including the relationships they recognize, the causal mechanisms they understand, and the misconceptions they maintain. Instead of assessing students solely through multiple-choice questions or definitions, teachers can ask learners to construct, explain, compare, or revise a conceptual model. The quality of the model can then be evaluated according to criteria such as scientific accuracy, completeness, logical organization, identification of trophic levels, representation of energy flow, and explanation of ecological interactions. Model-based assessment can therefore provide richer information about students' reasoning processes.

From a pedagogical perspective, the effectiveness of conceptual models depends significantly on the teacher's instructional role. Simply displaying a food-web diagram does not automatically result in conceptual understanding. Teachers need to guide students in interpreting the model, asking explanatory questions, identifying relationships, testing predictions, and comparing alternative representations. Questions such as "What happens if this species disappears?", "Why does the arrow point in this

direction?", "Where does the energy originate?", and "How could a change at one trophic level affect another?" can encourage deeper reasoning. Model construction should therefore be accompanied by discussion, argumentation, collaborative learning, and reflection.

The topic is particularly significant within contemporary biology education because modern ecological challenges increasingly require individuals to understand complex, interconnected environmental systems. Climate change, biodiversity loss, ecosystem degradation, emerging pollutants, invasive species, and changes in land use can produce cascading effects across trophic networks. Teaching students to interpret these processes through conceptual models can contribute to the development of scientific competencies required for understanding environmental change. Rather than viewing ecosystems as collections of independent organisms, learners can develop the ability to perceive ecosystems as interconnected systems characterized by flows of energy, matter, information, and ecological interactions.

Therefore, the integration of conceptual models into the teaching of food chains and trophic relationships represents a scientifically and pedagogically meaningful approach to improving biology education. Conceptual models can facilitate the visualization of abstract processes, address persistent misconceptions, promote systems thinking, strengthen ecological reasoning, support inquiry-based learning, and provide opportunities for formative assessment. More importantly, they can help students move from memorizing trophic levels toward understanding the dynamic organization and functioning of ecosystems. The systematic application of model-based teaching can consequently contribute to the formation of scientifically literate learners who are capable of interpreting ecological relationships, predicting environmental consequences, and applying biological knowledge to contemporary sustainability challenges.

Materials and Methods

The study was designed to investigate the pedagogical effectiveness of conceptual models in teaching food chains and trophic relationships within biology education. A mixed-methods educational research design was employed, combining quantitative assessment of students' learning outcomes with qualitative analysis of students' conceptual models, classroom observations, and learner responses. The methodological framework was developed to determine whether model-based instruction could improve students' understanding of trophic levels, energy transfer, feeding relationships, food webs, and ecosystem interactions.

The study was conducted within the framework of biology instruction focusing on ecology and ecosystem organization. The participants consisted of secondary-school students studying the topics of ecosystems, food chains, food webs, and trophic relationships. Students were divided into an experimental group and a control group. The experimental group received instruction using conceptual models, whereas the control group was taught using conventional instructional methods, including textbook-based explanations, teacher presentations, question-and-answer activities, and conventional diagrams.

The groups were selected to ensure comparability in terms of grade level, curriculum content, previous exposure to ecological concepts, and general academic background. Before the intervention, both groups completed a diagnostic assessment designed to identify their initial level of understanding of food chains and trophic relationships. The results of the pre-test were used to establish baseline conceptual knowledge and to determine whether substantial differences existed between the groups before the instructional intervention.

A range of instructional materials was developed and used during the study. These materials included food-chain diagrams, food-web schemes, trophic pyramids, energy-flow models, ecological interaction maps, organism cards, worksheets, graphical representations, and selected digital resources. The conceptual models were designed to represent the major components of trophic organization, including producers, primary consumers, secondary consumers, tertiary consumers, decomposers, energy sources, and feeding interactions.

The models were organized progressively according to their level of complexity. Initially, simple linear food-chain models were used to introduce the concepts of producer, consumer, and trophic level. Subsequently, more complex food-web models were introduced to demonstrate multiple feeding relationships and interdependence among organisms. Energy-flow models and ecological pyramids were then incorporated to help students understand the reduction of available energy across successive trophic levels.

Special attention was given to the direction and meaning of arrows in conceptual models. Students were explicitly guided to distinguish between the movement of energy and matter and the physical movement of organisms. This approach was intended to prevent common misconceptions associated with the interpretation of food-chain diagrams.

The conceptual models used in the intervention were developed according to the principles of scientific accuracy, pedagogical accessibility, progressive complexity, and conceptual coherence. Each model contained essential biological components while avoiding unnecessary visual complexity that could interfere with students' comprehension.

The model-development process involved several stages. First, the principal ecological concepts associated with food chains and trophic relationships were identified. Second, the relationships among these concepts were analyzed and organized into graphical representations. Third, the models were reviewed for scientific accuracy and alignment with the biology curriculum. Finally, the models were adapted to the cognitive level of the participating students.

Three major categories of models were used. The first category consisted of structural conceptual models, which represented organisms and their trophic positions. The second consisted of process-oriented models, which illustrated energy transfer and nutrient movement. The third consisted of dynamic and relational models, which represented changes in trophic interactions resulting from environmental disturbances or changes in population size.

The instructional intervention was organized into several consecutive stages. At the first stage, students were introduced to the basic concepts of ecosystem organization, producers, consumers, decomposers, trophic levels, and feeding relationships. A simple conceptual model was presented and discussed collectively.

At the second stage, students were provided with examples of terrestrial and aquatic food chains. They were asked to identify the producer, primary consumer, secondary consumer, and higher-level consumers in each example. Students were also required to explain the direction of energy transfer using the arrows represented in the models.

At the third stage, linear food chains were transformed into food webs. Students received cards containing different organisms and were asked to establish possible feeding relationships among them. They subsequently constructed food-web models and explained how the removal or increase of one species could influence other components of the system.

At the fourth stage, students worked with energy-flow models and ecological pyramids. They analyzed why the amount of available energy generally decreases at higher trophic levels and discussed the relationship between energy availability, biomass, and population structure.

At the final stage, students were presented with ecological problem situations. These included predator removal, reduction of primary producers, introduction of an invasive species, habitat degradation, and changes in environmental conditions. Students used conceptual models to predict potential changes in trophic relationships and justify their predictions.

Several complementary methods were used to collect research data. The principal quantitative instrument was a pre-test and post-test designed to evaluate students' conceptual understanding of food chains and trophic relationships. The assessment included multiple-choice questions, short-answer questions, interpretation of diagrams, classification tasks, and problem-based questions requiring students to predict ecological consequences.

The assessment focused on several major indicators: identification of trophic levels, understanding of feeding relationships, interpretation of energy-flow direction, distinction between food chains and food webs, understanding of decomposer functions, recognition of interdependence among organisms, and ability to predict changes resulting from disturbances within an ecosystem.

In addition to quantitative tests, students' conceptual models were collected and analyzed. The models were evaluated according to scientific accuracy, completeness, logical organization, representation of trophic relationships, correct identification of energy-flow direction, and ability to demonstrate ecological interdependence.

Classroom observations were also conducted during the intervention. Particular attention was given to students' participation, collaboration, ability to explain ecological relationships, use of scientific terminology, and difficulties encountered during model construction and interpretation.

A model-based assessment rubric was developed to evaluate the quality of students' conceptual representations. The rubric included five principal dimensions: conceptual accuracy, structural organization, representation of trophic relationships, explanation of energy flow, and systems-level interpretation.

Each dimension was evaluated using a four-level scale ranging from limited conceptual understanding to advanced understanding. Students received higher scores when their models correctly represented trophic levels, established biologically meaningful relationships, showed the direction of energy transfer accurately, incorporated relevant organisms, and demonstrated the potential consequences of changes within the ecosystem.

Particular emphasis was placed on whether students represented food chains as isolated linear sequences or recognized their integration into broader food-web structures. This distinction was considered an important indicator of the development of systems thinking.

The same conceptual domains were assessed before and after the instructional intervention. The pre-test established students' initial understanding, whereas the post-test measured changes following instruction. To reduce the influence of simple memorization, questions were presented in different contexts and included novel ecological situations requiring application of previously learned concepts.

The effectiveness of the intervention was determined by comparing the performance of the experimental and control groups. Changes in students' scores were examined both within groups and between groups. Particular attention was given to improvements in higher-order questions involving interpretation, prediction, explanation, and application of trophic concepts.

Qualitative data obtained from students' models, written explanations, and classroom observations were analyzed using thematic coding. Student responses were categorized according to recurring conceptual patterns. These included correct understanding of trophic relationships, partial understanding, misconceptions about energy transfer, confusion concerning trophic levels, and recognition of ecosystem interdependence.

Students' explanations were also analyzed to determine whether they were able to establish causal relationships between changes in one trophic level and responses at other levels. For example, responses to scenarios involving predator removal were examined to determine whether students could predict potential increases in prey populations and subsequent effects on lower trophic levels.

Quantitative data were organized and analyzed using Microsoft Excel and statistical software. Descriptive statistics, including mean values, standard deviations, percentages, and achievement gains, were calculated for both groups.

To evaluate differences between pre-test and post-test performance, comparative statistical procedures were applied. Where the assumptions of parametric analysis were satisfied, appropriate tests such as the independent-samples t-test and paired-samples t-test were considered. Where data distribution or sample characteristics did not satisfy parametric assumptions, non-parametric alternatives were used.

The magnitude of learning improvement was additionally evaluated through normalized learning gains and effect-size estimation. These indicators allowed the analysis to move beyond simple differences in test scores and provided a more comprehensive assessment of the pedagogical impact of conceptual-model-based instruction.

To increase the reliability of the research instruments, the assessment tasks and model-evaluation rubric were reviewed before implementation. The content validity of the instruments was established by aligning the assessment criteria with the curriculum objectives and the principal scientific concepts associated with food chains and trophic relationships.

The conceptual models were also examined for biological accuracy and instructional appropriateness. Ambiguous symbols, excessive visual elements, and potentially misleading representations were revised before their use in classroom activities. Where possible, multiple sources of evidence including test results, conceptual models, classroom observations, and written explanations were compared to improve the overall validity of the findings.

The study followed general principles of educational research ethics. Participation was conducted within the framework of the educational process, and students' academic information was treated confidentially. Individual student identities were not included in the analysis or reporting of results. The collected data were used exclusively for educational research purposes, and students were informed about the general purpose of the learning activities.

Overall, the methodological framework was designed to determine whether the systematic integration of conceptual models into biology instruction could enhance students' understanding of food chains and trophic relationships and promote more advanced forms of ecological reasoning. By combining quantitative achievement measures with qualitative analysis of students' models and explanations, the study provided a multidimensional basis for evaluating the educational effectiveness of model-based instruction.

Results and Discussion

The findings of the study demonstrated that the integration of conceptual models into biology instruction had a positive effect on students' understanding of food chains, food webs, trophic levels, and ecological relationships. The comparative analysis of the experimental and control groups indicated that students who participated in model-based learning demonstrated greater improvement in both conceptual knowledge and the ability to apply ecological concepts to unfamiliar situations.

The pre-test results showed that students in both groups initially experienced difficulties in interpreting trophic relationships and explaining the movement of energy through an ecosystem. In particular, students frequently confused the direction of arrows in food-chain diagrams, interpreted trophic levels as fixed categories rather than functional positions, and demonstrated limited understanding of the relationship between energy transfer and energy loss.

Following the instructional intervention, the experimental group demonstrated a substantial improvement in overall conceptual understanding. The mean achievement score increased from approximately 54.6% in the pre-test to 84.7% in the post-test, representing a gain of 30.1 percentage points. In comparison, the control group increased from 55.2% to 68.9%, corresponding to a gain of 13.7 percentage points.

These findings indicate that conceptual-model-based instruction was more effective than conventional instruction in supporting students' understanding of trophic relationships. The larger improvement observed in the experimental group can be attributed to the opportunity students had to visualize relationships, construct models, manipulate ecological components, and explain causal connections rather than merely memorize definitions.

One of the most noticeable improvements was observed in students' ability to identify and explain trophic levels. Before the intervention, a considerable proportion of students could identify producers and herbivores but experienced difficulty distinguishing primary, secondary, and tertiary consumers.

After the intervention, approximately 89% of students in the experimental group correctly identified trophic positions in unfamiliar food-chain examples, compared with approximately 66% in the control group. The experimental-group students also demonstrated a better understanding that trophic position is determined by feeding relationships rather than by the general characteristics of an organism[3].

For example, students were able to recognize that the same species may occupy different trophic positions depending on its diet and the ecosystem in which it occurs. This represents an important conceptual development because it moves learners away from rigid classification and toward a functional understanding of trophic organization.

The improvement may be explained by the repeated use of hierarchical conceptual models in which organisms were connected according to feeding relationships. Rather than learning trophic levels as isolated terms, students were encouraged to interpret them as positions within an interconnected system.

The analysis also revealed substantial improvement in students' understanding of energy flow. Before the intervention, many students incorrectly assumed that energy was transferred completely from one trophic level to the next. Others confused the direction of energy transfer with the direction in which an organism moves or with the sequence of predation.

After model-based instruction, approximately 87% of students in the experimental group correctly interpreted the direction of energy transfer, whereas the corresponding proportion in the control group was approximately 63%.

The use of energy-flow diagrams and trophic pyramids appeared particularly useful in addressing this misconception. Students were able to visualize the progressive reduction of available energy across trophic levels and connect this phenomenon with metabolic activity and energy dissipation.

The findings suggest that conceptual models are especially valuable for processes that cannot be directly observed. Energy transfer is an abstract ecological process, and its representation through arrows, levels, and quantitative relationships provides

students with a cognitive framework for interpreting an otherwise invisible phenomenon.

A further important finding concerned students' ability to distinguish between food chains and food webs. At the beginning of the study, many students represented ecosystems using simple linear sequences. Their models often contained only one producer and a limited number of consumers.

Following the intervention, students in the experimental group constructed considerably more complex food-web models. Approximately 91% of their final models included multiple feeding relationships, compared with approximately 61% of the models produced by students in the control group.

The students also became more capable of explaining that a single organism may participate in several feeding relationships. This was particularly important in developing systems thinking because students began to understand that the removal of one organism may affect multiple pathways simultaneously.

The transition from linear food-chain representations to interconnected food-web models indicates a development from relatively simple categorical knowledge toward relational and systems-based understanding. This finding supports the educational value of conceptual models in helping students recognize the network structure of ecosystems.

Students in the experimental group also demonstrated stronger abilities to predict the consequences of changes occurring within trophic systems. When presented with scenarios involving the removal of predators, reduction of producers, or introduction of a new species, experimental-group students were more likely to identify indirect effects extending across several trophic levels.

For instance, when asked to predict the consequences of a decline in predator abundance, students increasingly recognized that prey populations could increase, which could subsequently intensify pressure on lower trophic levels. Similarly, students were more likely to identify that a reduction in primary producers could affect herbivores and, consequently, higher-level consumers.

Approximately 83% of students in the experimental group provided scientifically coherent explanations of such cascading effects, compared with approximately 52% in the control group.

This finding is particularly significant because it demonstrates that conceptual models did not simply improve students' ability to reproduce information. They also supported predictive reasoning and the recognition of causal relationships within ecological systems.

The qualitative analysis of students' conceptual models indicated a noticeable shift in the complexity of ecological reasoning. Before the intervention, students' models were predominantly descriptive. They typically identified organisms and connected them with arrows but provided limited explanations of the mechanisms underlying these relationships.

Following the intervention, a greater proportion of students produced models containing multiple interacting components and explanatory annotations. Students

increasingly represented energy sources, trophic positions, predator–prey interactions, decomposer functions, and potential consequences of ecological disturbances.

This development suggests that conceptual modeling contributed to the formation of systems thinking. Students began to interpret ecosystems as dynamic systems in which changes in one component may influence several other components. Such understanding is essential for biology education because ecological phenomena are rarely explained by isolated cause-and-effect relationships[4].

The assessment of students' conceptual models revealed improvements across all major evaluation criteria. The most substantial improvement was observed in the representation of trophic relationships and the correct direction of energy flow. Improvements were also recorded in model organization, completeness, and explanation of ecological interactions.

The average model-quality score of the experimental group increased from approximately 2.1 points before the intervention to 3.6 points after the intervention on a four-point assessment scale. The control group showed a comparatively smaller increase, from 2.0 to 2.7 points.

The improvement in model construction indicates that students were not merely interpreting teacher-provided representations but were gradually developing the ability to construct scientific representations independently. This is an important pedagogical outcome because the ability to construct and revise models is closely related to scientific reasoning.

Several common misconceptions identified during the pre-test were substantially reduced following the intervention. The most frequent misconceptions included the belief that energy is recycled in the same way as matter, the assumption that food chains always contain exactly one organism at each trophic level, and the interpretation of decomposers as occupying a single final trophic position.

The frequency of these misconceptions decreased considerably among students exposed to conceptual-model-based instruction. In particular, students became more capable of distinguishing energy flow, which is unidirectional through trophic systems with energy ultimately dissipated as heat, from nutrient cycling, in which elements are transformed and reused within ecosystems.

Conceptual models appeared to be particularly effective because they allowed these two processes to be represented separately and then connected within a broader ecosystem framework.

The overall findings demonstrate that conceptual models can serve as an effective pedagogical tool for teaching food chains and trophic relationships. The stronger learning gains observed in the experimental group suggest that visual and relational representations can provide students with more meaningful learning experiences than conventional text-centered instruction alone.

One explanation for this outcome is that conceptual models reduce the cognitive difficulty associated with abstract ecological processes by making relationships explicit. Food chains, food webs, and energy pathways contain numerous interacting components that students may find difficult to hold simultaneously in working

memory. A well-designed model externalizes these relationships and provides learners with a stable representation that can be examined, modified, and discussed.

Another important factor is the active role of students in model construction. When learners construct a food web themselves, they must make decisions about which organisms interact, where arrows should be placed, and how changes in one population could influence other populations. This process requires students to engage in reasoning rather than simply reproducing information.

The results also suggest that conceptual modeling can facilitate a transition from linear thinking to systems thinking. Conventional food-chain exercises may unintentionally encourage students to perceive ecological relationships as simple sequences. In contrast, food-web models reveal the interconnected nature of ecological systems and demonstrate that ecological disturbances may propagate through multiple pathways.

The improvement in students' understanding of energy flow is also noteworthy. Energy transfer is one of the most challenging components of trophic ecology because energy itself is not directly visible. Conceptual representations such as energy-flow diagrams and ecological pyramids allow students to connect abstract principles with observable organizational patterns. Through these models, learners can better understand why higher trophic levels generally contain less available energy and why ecosystems cannot sustain unlimited numbers of higher-level consumers.

The findings concerning ecological disturbance scenarios further demonstrate the potential of conceptual models for developing predictive reasoning. Students who can modify a model and predict its consequences are engaging in a form of scientific inquiry. For example, removing a predator from a food-web model requires students to consider direct and indirect effects, population responses, and potential trophic cascades. This type of activity extends learning beyond terminology and supports the development of ecological problem-solving skills.

The results further indicate that conceptual modeling can strengthen formative assessment. Students' models provide teachers with visible evidence of their conceptual structures and misconceptions. A student may correctly define a "secondary consumer" but construct a model that incorrectly positions the organism within a trophic network. Such discrepancies may remain undetected through conventional written assessment but become evident through model construction.

Nevertheless, the use of conceptual models requires careful pedagogical design. A model is necessarily a simplification of reality and cannot represent every ecological interaction. If a model is oversimplified, students may develop the misconception that natural ecosystems consist of fixed and predictable relationships. Conversely, excessively complex models may impose unnecessary cognitive demands. Therefore, conceptual models should be progressively developed from simple representations toward more complex systems.

Another important consideration is the teacher's role. Conceptual models are not automatically effective merely because they are visual. Their educational value depends on how they are integrated into instructional activities. Teachers should

encourage students to explain models, question relationships, identify assumptions, compare alternative models, and revise their representations in response to evidence[5].

Overall, the findings indicate that conceptual-model-based instruction can substantially improve students' conceptual understanding of food chains and trophic relationships while also supporting higher-order ecological reasoning. The approach is particularly valuable because it integrates knowledge acquisition with model construction, interpretation, prediction, and systems thinking. Consequently, conceptual models should be considered not simply as supplementary illustrations but as active instructional and assessment tools within contemporary biology education.

Conclusion

The findings of this study demonstrate that the systematic use of conceptual models in biology education can significantly enhance students' understanding of food chains and trophic relationships. Compared with conventional instructional approaches, model-based instruction provided students with greater opportunities to visualize ecological structures, identify relationships among organisms, interpret energy transfer, and understand the interconnected nature of ecosystem components.

The application of conceptual models contributed particularly to students' understanding of trophic levels, food webs, energy flow, predator–prey relationships, and ecological interdependence. Students who participated in model-based learning demonstrated greater improvement in their ability to interpret unfamiliar food-web structures and predict the ecological consequences of changes affecting particular trophic levels. These findings indicate that conceptual modeling can facilitate a transition from memorization of ecological terminology toward deeper conceptual and relational understanding.

An important outcome of the study was the development of students' systems-thinking skills. By constructing and analyzing food-web models, students increasingly recognized that ecosystems are composed of interconnected components and that changes in one population can produce direct and indirect effects throughout the trophic network. This ability is particularly important for understanding contemporary environmental problems, including biodiversity loss, habitat degradation, invasive species, pollution, and climate-related ecosystem changes.

The study also demonstrated that conceptual models can be effectively used to identify and reduce common misconceptions. Through the visual representation of energy pathways, trophic positions, and ecological interactions, students developed a clearer distinction between energy flow and nutrient cycling and improved their understanding of the functional role of producers, consumers, and decomposers.

From a pedagogical perspective, conceptual models should not be regarded merely as illustrative diagrams. When students actively construct, interpret, evaluate, and revise models, these representations become powerful instruments for inquiry-based learning, scientific reasoning, and formative assessment. Teachers can use students' models to identify conceptual difficulties and provide targeted instructional support.

However, effective implementation requires careful consideration of students' cognitive level, prior knowledge, curriculum objectives, and the complexity of the ecological system being represented. Models should be scientifically accurate while remaining sufficiently simple to facilitate comprehension. A progressive sequence—from simple food chains to complex food webs, energy-flow models, and dynamic ecosystem representations—is recommended.

References

1. Averdunk, C., Zabel, J., & Bergmann-Gering, A. (2026). From individuals to populations to cyclic interactions: Investigating secondary students' descriptions of food web interactions. Journal of Biological Education, 60(3), 402–428.
2. Lankers, A., Timm, J., & Schmiemann, P. (2023). Students' systems thinking while modeling a dynamic ecological system. Frontiers in Education, 8, 1187237.
3. Long, T. M., Momsen, J. L., Bray Speth, E., & Wyse, S. (2024). Editorial: Systems thinking in biology teaching and learning. Frontiers in Education, 9, 1380524.
4. Momsen, J. L., Speth, E. B., Wyse, S. A., & Long, T. M. (2022). Using systems and systems thinking to unify biology education. CBE—Life Sciences Education, 21.
5. Palozzi, J. E., Harper, N. J., & Shackelford, N. (2025). From plants to pedagogies: Reviewing environmental education pedagogies with a systems thinking approach to aid curricula development. Environmental Education Research, 31(7), 1509–1531.

Section: Economy

INVESTMENT AND MARKETING CONCEPT FOR ENHANCING THE POTENTIAL OF TERRITORIAL COMMUNITIES AND REGIONS: THEORETICAL APPROACHES AND IMPLEMENTATION PRACTICE

Uhodnikova Olena
PhD in Economics, Associate Professor
Rudachenko Olha
Doctor of Economic Sciences, Professor
Troian Vladyslava
PhD, Senior Lecturer
Viatkin Kostiantyn
PhD in Technical Sciences, Associate Professor
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The transformation of the socio-economic environment of Ukrainian territorial communities and regions under the influence of war, demographic losses, destruction of infrastructure, migration of human capital, reduction of local business activity and increasing competition for external resources requires a revision of traditional approaches to territorial development. Under such conditions, the potential of a community should not be interpreted exclusively as an aggregate of available resources. It is more appropriate to consider it as a dynamic ability of a territorial socio-economic system to identify, mobilise, combine and reproduce resources in accordance with long-term development priorities. This approach shifts the focus from a static assessment of resource availability to the formation of mechanisms for converting existing and potential advantages into measurable economic, social and spatial effects.

The purpose of the study is to substantiate the theoretical foundations and practical logic of an investment and marketing concept for enhancing the potential of territorial communities and regions. The concept is based on the integration of investment management, territorial marketing, strategic planning and stakeholder interaction into a single system of managerial influence. Its fundamental difference from fragmented measures aimed only at improving the investment image of a territory lies in the combination of analytical diagnostics, segmentation of target investors, development of a territorial value proposition, preparation of investment products, communication support, risk management and continuous evaluation of achieved results.

The theoretical basis of the proposed approach is formed by the convergence of several scientific perspectives (Buryak & Chychkalo-Kondratska, 2015; Uhodnikova, Rudachenko, & Troian, 2024). The resource-based approach explains development through the availability and quality of financial, labour, infrastructural, natural,

institutional and innovation resources. The capability approach emphasises the ability of local institutions to transform these resources into public value. The marketing approach makes it possible to identify the expectations of target stakeholder groups and to adapt the territorial offer to their needs. The investment approach focuses on the conditions under which financial resources can be attracted, retained and directed towards projects that create long-term effects. Their integration makes it possible to interpret investment marketing not as a separate promotional function but as a mechanism for coordinating the interests of territorial authorities, business, residents, investors, donors and development institutions.

In this context, an investment and marketing concept for enhancing territorial potential is proposed to be understood as a system of principles, analytical procedures, organisational mechanisms and communication instruments aimed at increasing the capacity of a territorial community or region to attract and efficiently use investment resources through the identification, structuring and market positioning of its socio-economic potential. Such a definition links the internal characteristics of a territory with the external environment and, therefore, avoids a common methodological limitation when investment attractiveness is reduced to a set of statistical indicators that do not explain the territory's ability to compete for resources.

The analytical block of the concept should include a multidimensional assessment of territorial potential. Its structure may combine indicators of economic activity, local budget sustainability, business concentration, labour and demographic characteristics, infrastructure provision, investment activity, innovation capacity, environmental conditions, accessibility of services and institutional capability. The result of this stage is not only an integral assessment but also the identification of structural disproportions and unused reserves. Communities with similar integral scores may require completely different investment and marketing interventions because the sources of their strengths and constraints differ. Therefore, classification and clustering of communities should complement ranking and allow the formation of differentiated development scenarios.

The next component is the formation of a territorial value proposition. In practical terms, a community should answer several interrelated questions: what specific investment opportunities can be offered; which categories of investors are most relevant; which local assets create a competitive advantage; what barriers reduce the attractiveness of the territory; and what institutional guarantees can local authorities provide. The value proposition should not be limited to slogans or place-branding attributes. It should be supported by a portfolio of prepared investment projects, transparent data, available land and property information, infrastructure characteristics, expected project effects, financing models and procedures for interaction with local authorities.

A key element of the concept is segmentation of investment demand. Different groups of investors assess territories using different criteria. Strategic industrial investors are interested in logistics, labour resources, energy availability, industrial sites and supply chains. Small and medium-sized enterprises pay greater attention to local demand, administrative procedures, access to premises, municipal support and

business networks. International financial institutions and donor organisations focus on project maturity, governance quality, transparency, social and environmental effects, as well as compliance with recovery priorities. Diaspora investors may be more sensitive to trust, social significance and the visibility of local impact. Consequently, the same community should formulate several adapted investment propositions rather than use a universal communication model.

The practical implementation of the investment and marketing concept requires a transition from episodic promotion to a cyclical management model. At the first stage, data are collected and the socio-economic potential is assessed. At the second stage, priority development areas and target stakeholder groups are identified. At the third stage, investment products and project portfolios are developed. At the fourth stage, communication channels and promotion instruments are selected. At the fifth stage, negotiations, partnership formation and investment project implementation are organised. The final stage involves monitoring of economic, social, fiscal, spatial and reputational effects, after which the analytical model and territorial offer are updated. Thus, marketing becomes integrated into the investment management cycle rather than functioning as an isolated communication activity.

For Ukrainian communities, the practical relevance of this approach is particularly significant in the context of reconstruction. Destruction and loss of traditional economic specialisation may simultaneously create demand for a new configuration of local economies. In this regard, investment decisions should be linked not only to the restoration of pre-war assets but also to structural modernisation, diversification of employment, development of new clusters, digitalisation, energy efficiency, circular economy solutions and improvement of municipal infrastructure. The investment and marketing concept should therefore support the selection of projects that increase the long-term resilience of the territory rather than reproduce outdated development trajectories.

The experience of Ukrainian regions confirms that investment promotion becomes more effective when communities prepare investment profiles, maintain project databases and present structured proposals through regional or municipal investment portals (Dnipropetrovsk Investment Agency, 2024; Blahun, 2025). At the same time, the effectiveness of such tools depends on the quality and relevance of the underlying data, the level of project preparation and the institutional capacity to accompany investors after the first contact. Therefore, the development of territorial marketing should be complemented by an investment support function: a clearly defined responsible unit, standardised procedures, response time requirements, stakeholder coordination and post-investment services. This institutional dimension is critical because reputational advantages can be quickly lost when communication promises are not supported by administrative capability.

The effectiveness of the investment and marketing concept should be assessed through a system of indicators that reflects not only the amount of attracted investment. Quantitative indicators may include the number and value of prepared investment projects, investment agreements, jobs created, growth of local budget revenues, share

of co-financing from private sources, number of new enterprises and scale of infrastructure modernisation. Qualitative indicators should cover investor satisfaction, improvement of the community's reputation, institutional learning, quality of stakeholder interaction and the capacity of local authorities to prepare and manage complex projects. Such a balanced evaluation makes it possible to distinguish between short-term promotional visibility and sustainable growth of territorial potential.

The conducted theoretical generalisation allows us to conclude that the investment and marketing concept should be considered as an integrated management architecture for territorial development (Rudachenko, Uhodnikova, & Troian, 2026). Its practical value lies in connecting diagnostics of socio-economic potential with the formation of a differentiated investment offer and with institutional mechanisms for its implementation. For territorial communities and regions of Ukraine, this approach creates a methodological basis for moving from reactive attraction of available resources to proactive construction of development portfolios. In the post-war period, such a transition is essential for ensuring that investment contributes not only to physical reconstruction but also to structural renewal, competitiveness, resilience and an improved quality of life.

Keywords: territorial communities, regions, socio-economic potential, investment marketing, territorial marketing, investment attractiveness, regional development, post-war recovery.

References

1. Blahun, I. (2025). Formation of the mechanism of marketing investment support for enterprises on the example of Ivano-Frankivsk territorial community. Scientific Bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Series: Economics and Management in the Oil and Gas Industry), 1(31), 153–161. https://doi.org/10.31471/2409-0948-2025-1(31)-153-161
2. Dnipropetrovsk Investment Agency. (2024). Strengthening cooperation for communities' development: Signing of a Memorandum between the Association of Territorial Communities and the Dnipropetrovsk Investment Agency. https://dia.dp.gov.ua/en/strengthening-cooperation-for-communities-development-signing-of-a-memorandum-between-the-association-of-territorial-communities-and-the-dnipropetrovsk-investment-agency/
3. Rudachenko, O. O., Uhodnikova, O. I., & Troian, V. I. (2026). Theoretical, methodological and practical principles of formation and implementation of the investment and marketing concept for increasing the socio-economic potential of territorial communities. O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
4. Uhodnikova, O. I., Rudachenko, O. O., & Troian, V. I. (2024). Features of ensuring sustainable development of territorial communities in the Kharkiv region. Municipal Economy of Cities, 2(183), 26–32. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-2-183-26-32

ЧИННИКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ НА ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Веремеєнко Олександр
доктор філософії, докторант
Сколибог Сергій
аспірант Phd
Запорізький національний університет, Запоріжжя, Україна

Варто детально розглянути ключові фактори, що впливають на формування корпоративної культури підприємства (рис. 1).

Без сумніву, основним з них є керівник підприємства та його найближче оточення. Керівник має першочергово дбати про створення умов, що стимулюють співробітників до досягнення високої ефективності, оскільки саме успіх працівників визначає успіх самого підприємства.

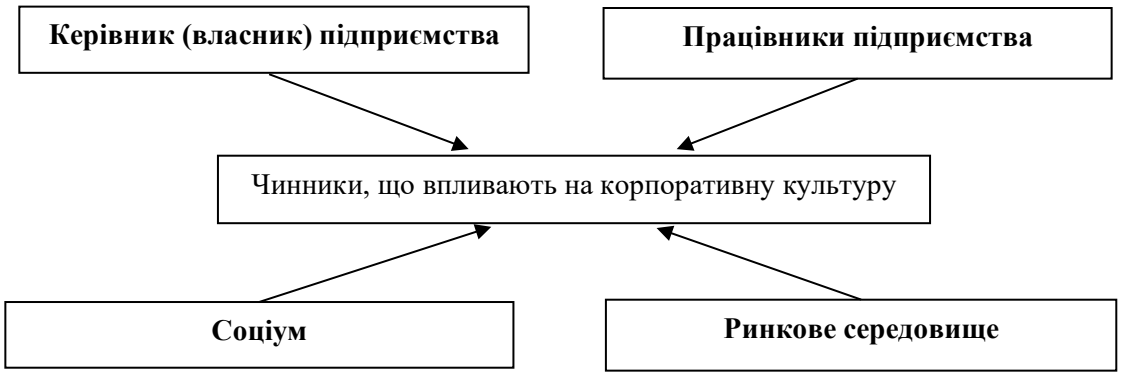


Рисунок 1 Чинники, що впливають на формування корпоративної культури [1, 2]

Керівництво повинно постійно реагувати на вимоги ринку та зміни в уподобаннях споживачів. Щоб задовольнити ринкові потреби, необхідно постійно вдосконалювати і підвищувати конкурентоспроможність кінцевого продукту, при цьому не забуваючи про соціальну відповідальність перед суспільством. Не можна недооцінювати роль персоналу, адже від нього залежить успіх підприємства. Тому на етапі формування корпоративної культури слід враховувати цінності працівників, які мають бути співзвучними з цінностями компанії. Вважаємо, що наявність висококваліфікованих працівників буде позитивно впливати на підвищення рівня корпоративної культури на вітчизняних підприємствах.

В сучасних умовах, коли країна перебуває у стані російсько- української війни, а люди переосмислюють свої пріоритети та цінності, керівникам слід звертати особливу увагу на фактори, що визначають впровадження корпоративної культури. Вони мають адаптувати методи ведення корпоративної культури відповідно до цінностей і пріоритетів свого персоналу, оскільки

людський капітал є ключовим у забезпеченні ефективної діяльності підприємства.

Соціум та ринкове середовище суттєво впливають на ефективність діяльності підприємств і, відповідно, впливають на можлтвості розвитку корпоративної культури.

Під час планування впровадження корпоративної культури необхідно враховувати атмосферу всередині колективу, визначати основні цінності та переконання, формувати норми поведінки і стандарти, а також впроваджувати мотиваційні заходи для працівників. Отже, корпоративна культура безпосередньо впливає на успіх розвитку підприємств, що вимагає постійної уваги і вдосконалення методів її впровадження.

Список використаних джерел

1. Бугаєвська Ю.В. Поняття корпоративної культури: її суть і структура. Засоби навчальної та науково-дослідної роботи. 2011. № 36. С. 12-17.
2. Семикіна М.В., Бєляк Т.О. Корпоративна культура та якість людського капіталу: особливості взаємовпливу. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки.
2015. № 28. С. 68-75.

ECONOMETRIC FORMALIZATION OF THE ENDOGENOUS FRAMEWORK OF HUMAN CAPITAL: NON-LINEAR AND STRUCTURAL MODELS

Melnychuk Dmytro
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Department of Psychology and Social Welfare
Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine

The relevance of human capital research is driven by the global transition to post-industrial growth models, where the quality of human resources acts as the primary determinant of micro- and macro-system competitiveness under structural transformations. The permanent complication of economic interactions necessitates a qualitative rethinking of tools for measuring economic impact, as traditional methodologies are often unable to fully reflect the performance of complex systems. In this context, econometric formalization – defined as the procedure of translating abstract economic theory into a precise mathematical format through the selection of functional equation forms, the determination of variables, and the specification of their relationships – becomes crucial for minimizing errors and enhancing the predictive accuracy of analyses concerning socio-economic processes, including the formation and utilization of human capital.

Traditional approaches to human capital assessment are often limited solely to the duration of education or formal educational indicators, which significantly narrows the analytical perspective [1]. Such additive simplification generates substantial calculation errors and reduces their analytical value, as simple linear equations are unable to explain the variance in productivity among professionals with an identical set of educational competencies. Overcoming this theoretical gap requires engaging the paradigm of complex systems, where the return on human capital emerges as a consequence of the tight synergy of latent factors that partially remain outside the focus of researchers.

For the correct measurement of the aggregate economic effect, it is necessary to understand the holistic architecture of the endogenous framework of human capital, which encompasses four interdependent components: educational-competency capital, health capital, as well as social and psychological capitals. Herein, the first component serves as the primary generator of the economic effect, whereas the physiological state acts as a rigid constraint. Simultaneously, network ties guarantee the transfer of information, and the internal stability of the individual ensures adaptation to a turbulent environment. All the specified elements function exclusively in tight intertwining, forming a single inseparable complex – human capital as an emergently organized system.

In this context, it is important to note that the use of non-linear and structural models is a powerful tool of modern econometrics for studying complex socio-economic systems, where standard assumptions prove untenable due to the presence of feedback loops, asymmetries, and scale effects. Non-linear specifications make it possible to formalize situations where the marginal return on resources changes its character depending on threshold values, revealing zones of saturation, diminishing or jump-like dynamics. In turn, structural equation modeling (SEM) and adjacent multivariate approaches ensure the simultaneous estimation of direct and indirect effects of latent variables through complex chains of causal relationships. In micro- and macroeconomic research, this class of models is widely applied to analyze labor markets, assess the consequences of institutional reforms, study the drivers of economic growth, and minimize specification errors caused by endogeneity and estimation bias.

Given the complexity of human capital's architectonics as an economic phenomenon, the main challenge remains the distinct nature of the respective subsystems and the complexity of their synthesis to determine the real final effect. Classical tools do not allow for the organic reduction of qualitative psychosocial parameters to a common denominator with quantitative productivity metrics without the risk of severe analytical distortions. Consequently, there arises the need to apply a fundamentally different toolkit capable of capturing non-linear effects and boundary depreciation points of individual endogenous determinants.

Each subsystem of human capital requires specific mathematical tools followed by reduction to an integral indicator of aggregate return. At the same time, the corresponding econometric approaches and models can be used among other alternative specifications depending on the nature of empirical data. Specifically,

educational-competency capital can be formalized through expanded polynomial specifications and quantile regression models that allow for assessing the differentiation of worker productivity variance. Health capital is assessed using threshold regression models and indicator functions of boundary exhaustion. Concurrently, social capital can be formalized via spatial autoregressive models utilizing spatial weight matrices, whereas psychological capital is integrated through the combination of mediation effects (indirect impact via intermediate transmission links of impulses) and moderation with interaction terms that describe qualitative changes in the strength and direction of the relationship. The synthesis of these approaches within structural equation modeling (SEM) makes it possible to reveal mixed cross-impact effects and obtain a comprehensive view of the total performance increment from human capital.

The proposed econometric formalization opens new opportunities for a deeper analysis of economic growth drivers and the enhancement of predictive accuracy for investment decisions at micro and macro levels within the context of human capital issues.

References

1. Melnychuk D. Principles of structural-functional analysis of human capital as an economic phenomenon. Progressive Approaches in Science and Engineering: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference (September 9-11, 2026, Copenhagen, Denmark). International Scientific Unity, 2026. P. 93-95.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.002.84-86

ПІДХОДИ ДО ФІНАНСОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Голубкін Сергій
аспірант
Кафедра фінансів, банківської справи та страхування
Факультет управління торговельно-підприємницькою та митною діяльністю
Державний біотехнологічний університет, Україна
ORCID ID 0009-0002-7673-4943

Сучасний розвиток промислових підприємств супроводжується технологічними, організаційними та економічними змінами, що трансформують зміст їх фінансового забезпечення. Якщо традиційно основним напрямом фінансування було відтворення матеріально-технічної бази, то цифровізація розширила коло об’єктів фінансування до програмного забезпечення, цифрових платформ, інформаційних систем, даних, аналітичних технологій та цифрової

інфраструктури [2]. Це зумовлює необхідність перегляду підходів до фінансового забезпечення трансформаційних процесів промислових підприємств. Узагальнення розвитку економічної думки дозволяє виокремити п'ять основних підходів: ресурсно-відтворювальний, інвестиційно-проєктний, інноваційно-фінансовий, платформно-даний та резильєнтно-екосистемний. Їх еволюція відображає поступове розширення об'єкта фінансування — від матеріальних ресурсів і основного капіталу до інновацій, цифрових активів, даних та комплексних спроможностей підприємства.

Ресурсно-відтворювальний підхід пов'язаний із розумінням підприємства як сукупності ресурсів, ефективне використання яких визначає можливості його розвитку. Важливе значення для формування такого бачення мають положення Е. Пенроуз щодо ресурсної природи зростання фірми. У традиційній промисловій моделі це означає спрямування фінансових ресурсів на оновлення основних засобів, модернізацію виробничих потужностей і розширення виробництва. Водночас у цифровій економіці можливості такого підходу обмежуються зростанням ролі нематеріальних активів, програмних продуктів, даних та організаційних компетентностей.

Подальший розвиток отримав інвестиційно-проєктний підхід, у межах якого увага концентрується на визначенні необхідного обсягу капіталу, виборі джерел його залучення, оцінюванні вартості фінансування, строків окупності та ризику. Теоретичним підґрунтям такого підходу стали дослідження Ф. Модільяні та М. Міллера щодо вартості капіталу, корпоративного фінансування та інвестиційних рішень. Така логіка є ефективною для масштабних проєктів модернізації та автоматизації виробництва. Однак цифрова трансформація часто має безперервний характер, що ускладнює застосування традиційної проєктної логіки.

Наступним етапом став інноваційно-фінансовий підхід, формування якого пов'язане зі специфікою інноваційної діяльності, високим рівнем невизначеності, інформаційною асиметрією та складністю прогнозування результатів. Б. Холл і Дж. Лернер наголошують на особливих фінансових обмеженнях, характерних для досліджень, розробок та інновацій [1]. Тому фінансове забезпечення інновацій потребує поєднання власних ресурсів, кредитного, пайового, венчурного, грантового та державного фінансування. Важливим стає формування такої структури капіталу, яка відповідає ризиковості та специфіці інноваційного процесу.

Цифровізація промисловості стала передумовою формування платформно-даного підходу. Дослідження цифрової трансформації виробництва свідчать, що цифрові технології змінюють не лише окремі операції, а й організацію виробничих процесів у цілому [2]. Об'єктами фінансування стають програмне забезпечення, цифрові платформи, системи аналітики, інтеграція інформаційних потоків, накопичення та оброблення даних. Економічний ефект таких інвестицій проявляється через скорочення виробничих простоїв, підвищення точності

прогнозування, пришвидшення обміну інформацією та покращення управлінських рішень.

Водночас нематеріальна природа значної частини цифрових активів створює нові фінансові проблеми. На відміну від обладнання чи нерухомості, такі активи складніше оцінити та використати як заставу. Дослідження G. Dell'Ariccia, D. Kadyrzhanova, C. Minoiu та L. Ratnovski підтверджує наявність специфічних обмежень банківського кредитування в економіці знань [3]. Це посилює необхідність використання комбінованих моделей фінансування, які поєднують власний, борговий, пайовий та партнерський капітал.

Найбільш комплексним є резильєнтно-екосистемний підхід, у межах якого цифрова трансформація розглядається як комплекс виробничих, інформаційних, кадрових, організаційних та фінансових змін. Здатність підприємства до цифрового розвитку залежить не тільки від обсягу капіталу, а й від взаємодії з фінансовими установами, інвесторами, державою, технологічними компаніями та науковими організаціями. Відповідно фінансові ресурси спрямовуються не лише на створення окремих активів, а й на формування довгострокових цифрових спроможностей: оновлення технологій, використання даних, підтримання цифрової інфраструктури, розвиток персоналу та адаптацію бізнес-процесів.

Отже, еволюція підходів до фінансового забезпечення відображає поступову зміну самої природи розвитку промислового підприємства. Ресурсний підхід орієнтується на формування та використання ресурсної бази, інвестиційний — на структуру капіталу та реалізацію інвестиційних рішень, інноваційний — на подолання фінансових обмежень високоризикової діяльності [1]. Цифровізація розширює об'єкт фінансування до платформ, даних та інтегрованих інформаційних систем [2], а зростання ролі нематеріальних активів потребує перегляду традиційних механізмів банківського фінансування [3].

Список використаних джерел

1. Hall B. H., Lerner J. The Financing of R&D and Innovation. Handbook of the Economics of Innovation / ed. by B. H. Hall, N. Rosenberg. Amsterdam : Elsevier, 2010. Vol. 1. P. 609–639.
2. Bajgar M., Calligaris S., Calvino F., Criscuolo C., Timmis J. Bits and bolts: The digital transformation and manufacturing. OECD Science, Technology and Industry Working Papers. 2019. No. 2019/01. Paris : OECD Publishing. DOI: https://doi.org/10.1787/c917d518-en.
3. Dell'Ariccia G., Kadyrzhanova D., Minoiu C., Ratnovski L. Bank lending in the knowledge economy. ECB Working Paper Series. 2020. No. 2429. Frankfurt am Main : European Central Bank. 77 p. URL: https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2429~c7e30ec0e2.en.pdf.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.003.87-90

АГРОПРОДОВОЛЬЧИЙ РИНОК ПІВДНЯ УКРАЇНИ: РЕСУРСИ, ЛОГІСТИКА ТА СТРУКТУРНІ ЗМІНИ

Чорній Дмитро Олександрович
аспірант
Миколаївський національний аграрний університет
ORCID ID 0009-0006-3466-9847
Україна

Південний регіон історично має стратегічне значення у формуванні потенціалу агропродовольчого забезпечення України, забезпечуючи логістичні експортні ланцюги та сприяючи інтеграції країни у глобальний ринковий простір. Південний регіон характеризується унікальним земельно-ресурсним потенціалом і сприятливими природно-кліматичними умовами для розвитку рослинництва (зокрема зернового виробництва, овочівництва, виробництва олійних культур, виноградарства). Вигідне економіко-географічне розташування та найбільші морські порти (Одеса, Чорноморськ, Південний, Миколаїв) перетворюють Південний регіон на головний агроторговельний хаб країни та надають виключні перспективи для включення України до провідних світових логістичних мереж.

Південний регіон України характеризується потужним ресурсно-виробничим агропотенціалом. Станом на кінець 2021 року в регіоні було зосереджено 16,34% площі сільськогосподарських угідь (6 477 тис. га). Після початку повномасштабного вторгнення на територію країни площа доступних земель скоротилася на 14% у межах Миколаївської області та на 95% у межах Херсонської області. Незважаючи на наявний ресурсний потенціал, частка Південного регіону у валовому аграрному виробництві протягом 2010–2021 років визначалася постійним скороченням із 14,3% (126,5 млрд грн) до 13,7% (1344,3 млрд грн). Шоковим для агропродовольчої сфери регіону став 2022 рік, у якому обсяг виробництва сільськогосподарської продукції скоротився на 56,6% (до 80,1 млрд грн). В основному скорочення відбулося за рахунок втрати виробничого потенціалу Херсонської області, який становив 95,2% від рівня 2021 року. Загалом питома вага регіону у валовому агровиробництві зменшилася до 8,6% і склала 89,5 млрд грн [2].

Характер природно-кліматичних умов, забезпеченості ресурсами та традиційних напрямків господарської діяльності показує, що Південний регіон спеціалізується переважно на виробництві продукції рослинницького походження – її частка у національному виробництві коливається в межах 10,5–16,5% за період 2010–2025 років. Питома вага регіональної продукції тваринництва також визначається трендом скорочення та становить 4,8% у 2025 році.

Історично, Південний регіон України завдяки розвиненій логістично-транспортній інфраструктурі та налагодженим логістичним ланцюгам забезпечував значну частку зовнішнього обороту країни. Відповідно, виключною є роль регіону у формуванні зовнішніх валютних потоків, зміцненні міжнародних торговельних зв'язків і створенні конкурентних переваг для національної економіки. Починаючи з 2022 року, частка агропродовольчих товарів у структурі експортних товаропотоків постійно зростала та протягом 2024–2025 років досягла свого історичного максимуму — відповідно 62,7% та 52,8%.

Поряд із цим, ці стратегічні регіональні переваги за умов триваючого військового конфлікту формують і додаткові ризики, які можуть призводити до тимчасового обмеження логістичних маршрутів. Виключно негативних наслідків зазнала регіональна експортна інфраструктура під час воєнно-економічної блокади протягом 2026 року – агресивні дії з боку рф фактично призвели до повної зупинки товаропотоків у всіх морських і річкових портах.

Крім суттєвих логістичних ризиків, воєнний конфлікт в Україні позначився на розмірах виробничого агропотенціалу Південного регіону. Загальний обсяг виробництва зернових та зернобобових культур по регіону у 2025 році складає 6253,5 тис. т, насіння соняшнику – 852 тис. т, ріпаку та овочів – 885 та 863 тис. т відповідно. Обсяги скорочення виробництва продукції рослинництва (за винятком ріпаку) порівняно з 2021 роком відповідно склали: зерна – 50,2%, насіння соняшнику – 69,6%, овочів – 58,9% [2].

Особливо гострих наслідків зазнала сфера агропродовольчого виробництва у Херсонській області, ресурсно-виробничий потенціал якої практично повністю втрачений після 2022 року. Область була одним із основних виробників овочевої продукції країни – її частка становила 12,5–13,5% від сукупного виробництва; значними обсягами визначалося виробництво зернових і технічних культур (ріпак, насіння соняшнику). За період активної фази військового конфлікту питома вага Херсонщини скоротилася практично до нуля.

Масштабні структурні злами, які проявилися як наслідок військового конфлікту в межах Південного регіону, призвели до суттєвих змін у складі учасників ринку агропродовольчої продукції. Результатом стало зменшення їхньої загальної кількості за всіма ланцюгами агропродовольчого ринку – від агровиробників до роздрібних продавців продуктів харчування. Сфера сільського господарства, оптова торгівля та харчова промисловість стали антилідерами у рейтингу закриття бізнесу в Одеській області у 2025 році.

Незважаючи на зміни на ринку агропродовольчої продукції регіону, він залишається багатоструктурним та конкурентним за критерієм кількості його основних учасників, із переважанням чисельності аграрних бізнес-суб'єктів, підприємств харчової промисловості та підприємницьких структур посередництва й оптової торгівлі (табл. 1).

Серед найкрупніших агропродовольчих компаній (лідерів харчової індустрії України за підсумками 2025 року) на території Південного регіону виробничі потужності мають ТОВ «Allseeds Black Sea» (Одеська область) та ТДВ «Баштанський сирзавод». За даними аналітичної компанії YCMarket, протягом 2025 року в Одеській області було зареєстровано 4024 бізнес-суб'єкти харчової промисловості, у Миколаївській області – 1951 од., у Херсонській області – 943 од.

Таблиця 1 - Кількісний склад учасників ринку агропродовольчої продукції Південного регіону, одиниць

Роки	Аграрні підприємства	Підприємства харчової промисловості	Посередники у торгівлі продуктами харчування	Оптова торгівля сировиною	Оптова торгівля продуктами харчування	Роздрібна торгівля продуктами харчування
2015	10822	691	20	722	764	99
2016	10470	624	12	648	671	73
2017	11889	691	18	754	735	89
2018	11599	698	12	871	788	111
2019	11052	718	23	896	841	119
2020	10686	707	30	779	862	97
2021	9491	719	43	811	850	91
2022	5210	451	15	423	497	42
2023	7177	517	22	688	592	53
2024	5437	375	10	513	368	51

Джерело: сформовано автором за даними [2, 3].

Проведена економіко-статистична оцінка рівня забезпеченості учасників регіонального агропродовольчого ринку капіталом виявила високий рівень адаптивності діючих компаній до нестабільних умов воєнного часу: усі категорії стейкхолдерів за період 2021–2024 років збільшили рівень забезпеченості капіталом у розрахунку на одне підприємство. Найвищим рівнем забезпеченості капіталом характеризуються бізнес-суб'єкти сфери харчової переробки – у середньому на одного з них припадає близько 93,8 млн грн сукупних ресурсів.

Високим рівнем капіталозабезпеченості визначаються регіональні компанії оптової торгівлі продуктами харчування — у середньому 58,2 млн грн, та оптової торгівлі сільськогосподарською сировиною — 43,0 млн грн. Такий рівень забезпеченості капіталом виявився значно вищим, ніж у виробників сільськогосподарської продукції, які формують первинну ланку агропродовольчих ланцюгів вартості та є ключовими учасниками ринку: їхній середній показник становить 26,5 млн грн у розрахунку на одне середньостатистичне підприємство. Таким чином, розрив у капіталозабезпеченості аграрних формувань із підприємствами харчової переробки становить близько 72%, а з торговельними компаніями 38–55%.

Формування сукупної експортної пропозиції на агропродовольчому ринку забезпечується великими агрохолдинговими структурами. Серед компаній харчової промисловості найбільше розповсюдження на ринку отримали структури з виробництва хлібобулочних виробів (16,7%), м'яса та м'ясопродуктів (13,7%), борошномельної продукції (9,9%), олії та продуктових жирів (9,5%). Питома вага продукції харчової галузі в сукупній продукції промисловості характеризується позитивним трендом зростання та становить 40,9%. Результати продемонстрували, що в загальній структурі експортних товаропотоків частка продовольчих товарів також зростає: у вартісному еквіваленті вона дорівнює 55,8% (22,5 млрд дол. США), у фізичному — 51,2%.

Оцінка сучасного стану регіональної продовольчої безпеки засвідчила загальне зниження її рівня, основними причинами якого стали втрати, спричинені наслідками воєнного конфлікту. Південний регіон виявився одним із найбільш постраждалих. Втрата агровиробничого потенціалу призвела до зниження регіональних індексів продовольчого виробництва за останні 5 років — з 116,4% до 96,9%. Частка регіону у виробництві продукції сільського господарства знизилася з 13,6% до 8,6%.

Таким чином, проведене дослідження засвідчує, що Південний регіон України, який традиційно відігравав роль ключового агроторговельного та експортного хабу країни завдяки потужному земельному потенціалу й портовій інфраструктурі, зазнав критичних структурних руйнувань унаслідок воєнного конфлікту: втрата до 95% виробничих земель Херсонщини, блокада морських шляхів та скорочення обсягів агровиробництва більше ніж удвічі (зменшення частки регіону у валовому агровиробництві до 8,6%) суттєво послабили його функціональні можливості. Попри масове закриття бізнесу в галузях сільського господарства й торгівлі, ринок зберіг адаптивність, про що свідчить зростання капіталозабезпеченості діючих суб'єктів, хоча й із суттєвим дисбалансом на користь переробних (93,8 млн грн на підприємство) та торговельних компаній порівняно з первинними агровиробниками (26,5 млн грн). Відтак, відновлення агропродовольчого потенціалу Півдня вимагає першочергової підтримки первинної ланки виробництва, розмінування територій та диверсифікації логістичних маршрутів.

Список використаних джерел

1. Динаміка земельного фонду: як змінилися земельні ресурси України після 24 лютого 2022 року. KSE. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad_2_ukr.pdf.
2. Державна служба статистики України. URL: https://stat.gov.ua/.
3. Торгівля, IT та нерухомість: Одеська область увійшла до переліку регіонів за кількістю нових бізнесів у 2025 році. URL: https://nikvesti.com/news/business/311261-odeska-oblast-v-top-regioniv-kilkist-novikh-biznesiv-2025-rotsi.

ТРАНСФОРМАЦІЯ НАВИЧОК ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ В УМОВАХ ШВИДКОЇ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Тарічева Маргарита
бакалавр, здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра бізнес-економіки та підприємництва
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана, Україна

Наразі глобальна економіка переживає період повної трансформації, що зумовлена стрімким розвитком та впровадженням штучного інтелекту. Така інтеграція цифрового та фізичного світів не лише змінює ринок праці, але й змушує підприємства переосмислювати роль людини у виробничому ланцюжку. Проте варто зазначити, що успіх від впровадження технології залежить не стільки від інвестицій в нове програмне забезпечення, скільки від здатності працівників адаптуватись та вміти його використовувати.

Проблема розриву між темпами розвитку інновацій та швидкістю оновлення компетенцій є надзвичайно актуальною для інженерно-технологічного персоналу. Наявна традиційна інженерна освіта орієнтується на фундаментальні технічні дисципліни, при цьому не відповідає вимогам сучасного ринку праці та не включає розвиток непрофільних, когнітивних та соціальних навичок. Активний перехід до моделювання змушує не тільки поглиблювати знання технічних аспектів, але й розвивати цифрові навички, зокрема опановувати технології BIM, цифрових двійників, хмарні середовища для спільної роботи та генеративний штучний інтелект.

Жорсткі навички	Технічні	Специфічні навички для виконання профільних завдань
	Цифрові	Використання цифрових технологій та ШІ у робочому середовищі
	Зелені	Пов'язані зі сталим розвитком та екологічною відповідальністю
М'які навички	Когнітивні	Інтелектуальна обробка інформації, навчання та вирішення проблем
	Особистісні	Внутрішні установки та риси
	Соціальні	Здатність ефективно взаємодіяти з колегами
	Трансверсальні	Універсальні навички, що застосовуються в різних сферах діяльності

Рис. 1 – Загальна модель навичок інженера в епоху цифровізації [1]

У зв'язку з цим науковцями було запропоновано виділити основні групи навичок, необхідні інженерам та архітекторам в епоху цифровізації та поділити їх за сімома вимірами: технічні, цифрові, когнітивні, соціальні, особистісні, трансверсальні та зелені, які необхідні інженерам в епоху цифровізації [1].

На рис. 1 зображено загальну модель, згідно з якою навички можна умовно поділити на «жорсткі» та «м'які». Найбільш впізнаваними «жорсткими» навичками є технічні, які нині також перебувають у стадії трансформації. Адже тепер інженерні розрахунки еволюціонують у бік параметричного та генеративного дизайну як наступного етапу розвитку BIM-технологій. Використання передових алгоритмів штучного інтелекту для створення та оптимізації проєктних рішень дозволяє автоматично коригувати моделі у разі зміни вхідних даних, що скорочує час на внесення коригувань та мінімізує людський фактор.

Значні переваги цих інструментів вимагають від інженерів опанування не тільки технічних, а й цифрових навичок. Адже лише наявність доступу до технологій не гарантує здатності ними користуватись. Розвиток цифрових навичок вимагає проходження спеціалізованих сертифікацій, наприклад програма «ISO 19650 Delivering Information Management in Practice» від BRE Group, які формують навички управління інформацією на міжнародному рівні [2].

Незважаючи на те, що штучний інтелект бере на себе рутинні обчислення, фахівець повинен вміти приймати ефективні рішення на основі згенерованих даних. У такому разі виникає необхідність розвитку когнітивних навичок, а саме здатність до синтезу даних, валідації інформації та критичного мислення.

Особистісні навички, в свою чергу, включають поведінкові риси, цілеспрямованість та емоційний інтелект. Проте в період невизначеності й постійних змін найбільш вагомими стають психологічна стійкість та адаптованість. Основним напрямком розвитку тут є формування звички до безперервного навчання протягом усього життя. Ситуація на ринку праці змінюється динамічно, тому для підтримки своєї значущості фахівцю необхідно постійно вдосконалюватися.

Трансверсальні навички дозволяють фахівцю орієнтуватись у складному бізнес-середовищі середовищі, оскільки інженер повинен вміти керувати проєктами та мати стратегічне бачення. Такі навички формуються через комплексне вивчення проєкту в контексті різних сфер, управління ризиками та розуміння принципів розподілу відповідальності.

Розробка будь-якого масштабного проєкту передбачає наявність сильної команди, тому ефективна комунікація, колаборація та емпатія стають важливими для успішного продукту. За таких умов розвиток соціальних навичок є вимушеним через неможливість ізольованої роботи. Як приклад, поширеною є практика впровадження проєктно-орієнтованого навчання та робота у віртуальних командах, що дозволяє ефективно взаємодіяти фахівцям з різних дисциплін та географічних локацій для досягнення спільних цілей.

При переході на нові стандарти будівництва, які орієнтовані на досягнення Цілей сталого розвитку ООН, з'явилось поняття «зелених» навичок. Тепер під час проєктування будівель інженер має враховувати їхній життєвий цикл, оптимізувати енергоспоживання та мінімізувати вуглецевий слід. Розвиток цих навичок полягає в інтеграції екологічних стандартів, використанні екоматеріалів та впровадженні ресурсозберігаючих технологій на всіх етапах будівництва.

Спостерігається тенденція, що переважання певного виду навичок впродовж кар'єрного зростання інженера змінюється. Для інженерів-початківців характерно мати міцну технологічну базу та здатність до швидкого навчання. В той час, при переході на рівень фахівця середньої ланки або старшого інженера, акцент зміщується в бік соціальних, лідерських та трансверсальних навичок. Така тенденція пов'язана з тим, що технічні завдання все частіше передають підлеглим або автоматизуються. Водночас проблема дефіциту цифрових навичок залишається актуальною на всіх рівнях кар'єри, що підкреслює необхідність навчання та постійного опанування нових інструментів.

Для подолання кваліфікаційного розриву індустрія впроваджує системи мікроакредитації та онлайн-сертифікації. Такі навчальні програми дозволяють працівникам оновлювати знання паралельно з виконанням основної роботи. Також відбувається переосмислення традиційної освіти, адже європейські університети змушені забезпечити модернізацію програм для отримання міжнародних маркувань якості, таких як європейська система EUR-ACE.

Особливою актуальності питання розвитку цих навичок інженерно-технічного персоналу набуває для України. Оскільки повномасштабне вторгнення спричинило масштабні руйнування, а подальша повоєнна відбудова вимагає застосування прозорих та економічно ефективних проєктних рішень. Відповідно, саме висококваліфіковані інженери та архітектори з розвиненим комплексом цифрових та «м'яких» навичок стануть головним драйвером успішного відновлення країни.

Список використаних джерел

1. Muzulon N. Z., Resende L. M., Leal G. C. L., Pontes J. Beyond Technical Skills: Competency Framework for Engineers in the Digital Transformation Era. Societies. 2025. Vol. 15, No. 8. Art. 217. DOI: https://doi.org/10.3390/soc15080217.
2. BRE Home. BRE Group. URL: https://bregroup.com/ (date of access: 17.09.2026).
3. BIMAlliance - Construction Blueprint. Construction Blueprint. URL: https://constructionblueprint.eu/initiative/bimalliance-and-cita/ (date of access: 17.09.2026).

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.004.94-96

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ЯК ЧИННИК ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Тарасюк Олександр Васильович
аспірант, спеціальність «076 Підприємництво та торгівля»
Волинський національний університет імені Лесі Українки
ORCID ID 0009-0009-0320-9241
Україна

Сучасне підприємницьке середовище характеризується нестабільністю попиту, порушеннями ланцюгів постачання, зміною транспортних коридорів, коливаннями вартості ресурсів, регуляторними змінами та безпековими загрозами. За таких умов логістичне забезпечення виходить за межі управління транспортуванням, запасами та складськими операціями й набуває значення механізму підтримання безперервності підприємницької діяльності. Його результативність визначається не лише витратами та швидкістю операцій, а й здатністю своєчасно виявляти зміни, перебудовувати маршрути, змінювати постачальників, управляти резервами та підтримувати прийнятний рівень сервісу.

Принципове значення має розмежування ризику й невизначеності. Ризик передбачає можливість імовірнісного оцінювання події та її наслідків, тоді як невизначеність характеризується неповнотою або нестійкістю інформації щодо майбутніх умов функціонування логістичних потоків. Додатково в сучасних дослідженнях виокремлюється неоднозначність, пов’язана з можливістю різної інтерпретації одного й того самого сигналу [1]. Якщо ймовірність затримки поставки може бути оцінена, підприємство здатне сформувати страховий запас або резерв. Якщо ж невідомо, чи залишатиметься доступним транспортний коридор, як зміниться валютний курс або регуляторні умови, управлінське рішення потребує сценарного підходу.

За умов посилення невизначеності підприємства переходять від реакції на окремі ризики до формування здатності виявляти, поглинати та перерозподіляти наслідки збурень між постачальниками, транспортними вузлами, запасами та сервісними процесами [2]. У цьому контексті важливим є розмежування гнучкості, адаптивності та узгодженості. Гнучкість забезпечує короткострокову зміну параметрів логістичних операцій, адаптивність передбачає перебудову структури постачання та логістичних зв’язків, а узгодженість визначає здатність координувати дії учасників після порушення [3]. Адаптивність є найбільш комплексною характеристикою, оскільки охоплює зміну постачальників, маршрутів, рівня запасів, цифрових інструментів і процедур управління [4].

Характер логістичних рішень залежить від типу середовища. За стабільних умов основними орієнтирами є оптимізація витрат, швидкості та запасів. У середовищі ризику до них додається управління очікуваними втратами через резерви, страхові запаси та контрактні запобіжники. За невизначеності домінують сценарне планування, адаптивне постачання, альтернативні маршрути та постійний моніторинг зовнішніх сигналів. Системні збурення, які одночасно охоплюють попит, постачання, транспорт, фінанси, безпеку й регулювання, потребують уже не коригування окремих операцій, а перебудови логістичної конфігурації підприємства.

Невизначеність у підприємницькому середовищі має багатовимірний характер. Ринкова невизначеність проявляється через коливання попиту та зміну поведінки споживачів, що зумовлює скорочення горизонтів прогнозування та використання гнучкого управління запасами. Постачальницька пов’язана з нестабільністю доступу до ресурсів і концентрацією закупівель, що актуалізує диверсифікацію постачальників та резервні контракти. Транспортно-інфраструктурна невизначеність виникає внаслідок пошкодження інфраструктури, перевантаження коридорів та зміни вартості перевезень і потребує альтернативної маршрутизації та мультимодальних схем.

Безпекова невизначеність має особливе значення для українських підприємств, оскільки воєнні дії, загрози персоналу й активам безпосередньо впливають на доступність складів, транспортних засобів та регіональних ринків. Фінансова невизначеність проявляється через валютні коливання, зміну вартості кредитування, палива й страхування та вимагає динамічного бюджетування і фінансових резервів. Інституційно-регуляторна невизначеність пов’язана зі змінами митних правил, дозвільних процедур і торговельних обмежень. Цифрові, кадрові та енергетичні загрози додатково підсилюють потребу в резервуванні інформації, автоматизації, універсалізації компетенцій персоналу та забезпеченні автономності критичних операцій.

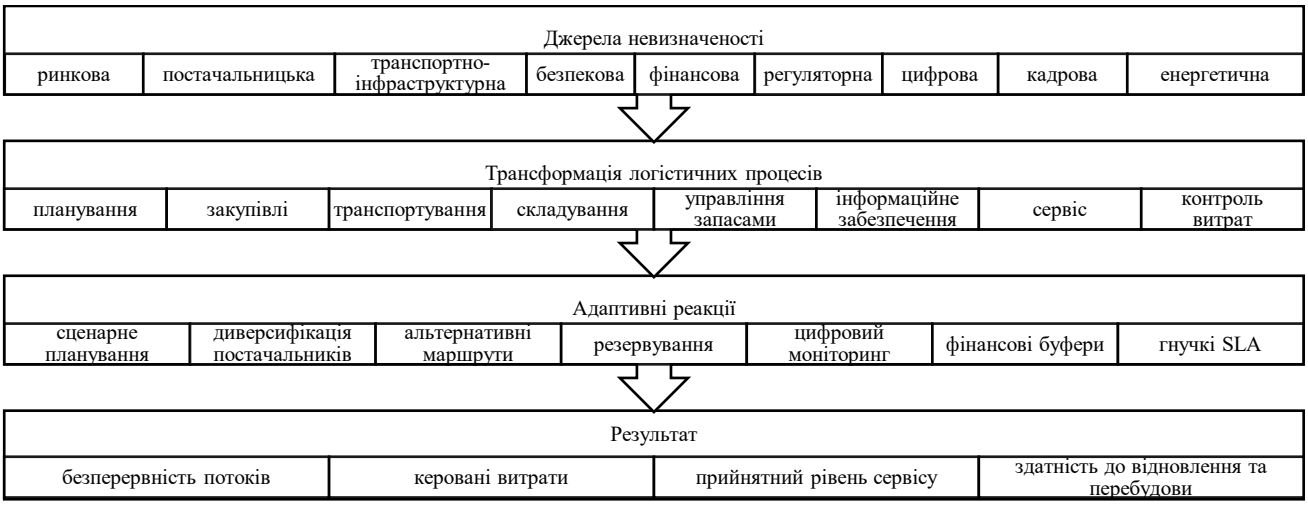


Рис. 1 - Трансформація логістичних процесів підприємницької діяльності під впливом невизначеності

Під впливом невизначеності змінюється управлінська логіка основних логістичних процесів. У плануванні відбувається перехід від детермінованих планів до сценарних горизонтів; у закупівлях – від мінімізації ціни до забезпечення доступності критичних ресурсів; у транспортуванні – від найкоротшого маршруту до найбільш надійної конфігурації; у складуванні – від пасивного зберігання до буферизації потоків; в управлінні запасами – від мінімізації залишків до формування збалансованого резерву. Інформаційне забезпечення трансформується від реєстрації операцій до постійного аналітичного моніторингу, а сервіс – від стандартного виконання замовлення до управління очікуваннями клієнта.

Одночасно переглядається підхід до логістичних витрат. За стабільних умов їх скорочення може виступати безпосереднім критерієм ефективності, однак за високої невизначеності надмірна мінімізація витрат здатна підвищувати вразливість підприємства через відсутність резервних постачальників, запасів або альтернативних маршрутів. Тому економічно обґрунтованим стає управління вартістю стійкості, яке передбачає пошук балансу між додатковими витратами на резервування та потенційними втратами від порушення безперервності діяльності.

Таким чином, невизначеність виступає структурним чинником трансформації логістичних процесів підприємницької діяльності. Її посилення змінює критерії планування, закупівель, транспортування, складування, управління запасами, інформаційного забезпечення та контролю витрат. Відповідно результативність логістичного забезпечення визначається здатністю системи підтримувати критичні потоки, своєчасно реагувати на сигнали середовища, перебудовувати логістичну конфігурацію та зберігати прийнятний рівень витрат і сервісу.

Це обумовлює необхідність переходу від реактивного управління окремими порушеннями до адаптивного механізму логістичного забезпечення, побудованого за логікою «виявлення сигналу – оцінювання критичності – вибір адаптивного рішення – перебудова потоків – контроль результату – накопичення досвіду». Такий підхід дозволяє розглядати адаптивність не як разову реакцію на кризову подію, а як постійну здатність підприємства змінювати логістичну поведінку відповідно до характеру та масштабу невизначеності.

Список використаних джерел

1. Kancs d'Artis. Uncertainty of Supply Chains: Risk and Ambiguity. The World Economy. 2023. Vol. 47. P. 2009–2033. DOI: 10.1111/twec.13534
2. Madzík P. et al. Resilience in Supply Chain Risk Management in Disruptive World: Rerouting Research Directions During and After Pandemic. Annals of Operations Research. 2024. DOI: 10.1007/s10479-024-06126-x
3. Patrucco A. S., Rodrigues V. P., Fransoo J. C., Mejia-Argueta C. Resilient Supply Chains Amid Uncertainty: Do Agility, Adaptability, and Alignment Mitigate the Effects of Major Disruptions? Journal of Business Logistics. 2025. Vol. 46, issue 4. Article e70037. DOI: 10.1111/jbl.70037
4. Phadnis S. A Review of Research on Supply Chain Adaptability: Opening the Black Box. Journal of Business Logistics. 2024. Vol. 45. Article e12370. DOI: 10.1111/jbl.12370

Section: Finance and Banking

РОЛЬ БЮДЖЕТУВАННЯ В СИСТЕМІ ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Круш Вікторія
старший викладач
Кафедра корпоративних фінансів і контролінгу
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана, Україна

Сучасне економічне середовище характеризується високим рівнем невизначеності, значними коливаннями цін і валютних курсів, змінами вартості фінансових ресурсів, порушеннями логістичних ланцюгів, трансформацією споживчого попиту та підвищенням загального рівня підприємницьких ризиків. Особливо відчутним вплив цих чинників є для малих підприємств, які, порівняно з великим бізнесом, мають обмежені резерви ліквідності, менший доступ до зовнішнього фінансування та нижчі можливості диверсифікації ризиків. За таких умов зростає значення бюджетування не лише як традиційного інструменту планування доходів і витрат, а як комплексного елементу системи фінансового управління підприємством.

Новітні наукові дослідження підтверджують, що проблема бюджетування малого бізнесу залишається актуальною. У систематичному огляді Z. Azhar та R. Syarif, опублікованому у 2025 році [1], узагальнено 137 наукових праць із проблематики бюджетування малого бізнесу. Автори виділяють серед основних напрямів досліджень фінансове планування і контроль, цифрові інструменти бюджетування, підтримку прийняття управлінських рішень, специфічні проблеми малих і середніх підприємств та управління ризиками. Водночас бюджетування на малих підприємствах у багатьох випадках залишається неформалізованим і несистемним. В умовах економічної невизначеності зазначена проблема набуває особливого значення. Т. Обелець наголошує, що динамічність зовнішнього середовища вимагає поєднання регулярного моніторингу фінансового стану підприємства з гнучким бюджетуванням і своєчасною фінансовою аналітикою відхилень [2]. Такий підхід дозволяє перетворити бюджет із переважно статичного планового документа на інструмент оперативного фінансового управління. Подібних наукових поглядів дотримуються І. Є. Чуркіна та Є. О. Сергєєва, які розглядають бюджетування як важливу складову антикризового управління підприємством [3]. В умовах нестабільності автори акцентують увагу на необхідності застосування гнучких бюджетів, сценарного планування, оперативного

контролю виконання бюджетів, інтеграції бюджетування з ризик-менеджментом та використання цифрових технологій для моніторингу фінансових показників.

На нашу думку, бюджетування малого підприємства в умовах економічної невизначеності доцільно розглядати як безперервний процес планування, розподілу, контролю та коригування фінансових ресурсів, орієнтований на підтримання ліквідності, фінансової стійкості та здатності підприємства адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Важливою функцією бюджетування є забезпечення взаємозв'язку між стратегічними цілями підприємства та його поточною діяльністю. Загальна мета розвитку малого підприємства конкретизується через планові показники продажів, операційних витрат, прибутку, інвестицій, потреби в оборотному капіталі та руху грошових коштів. Це дозволяє керівництву не лише оцінити очікуваний фінансовий результат, а й заздалегідь визначити потенційний дефіцит ліквідності та потребу в додатковому фінансуванні.

Емпіричні результати сучасних досліджень підтверджують зв'язок належного фінансового планування з результатами діяльності малого бізнесу. J. O. Elom та C. A. Atah у дослідженні 317 мікро- та малих підприємств встановили значущий вплив бюджетної стратегії, управління грошовими потоками та інвестиційних рішень на їх фінансові результати [4]. Автори наголошують, що ефективне бюджетування сприяє більш раціональному розподілу ресурсів, фінансовому плануванню та підвищенню прибутковості підприємств.

Отже, в системі фінансового управління малого підприємства бюджетування виконує одночасно планову, координаційну, контрольну, інформаційну та антикризову функції. При цьому в умовах високої невизначеності особливого значення набуває саме контрольна функція. Порівняння фактичних і бюджетних показників дозволяє своєчасно виявляти відхилення щодо обсягів реалізації, маржинального доходу, собівартості, постійних витрат та руху грошових коштів, установлювати причини таких відхилень і приймати коригувальні управлінські рішення.

У дослідженні S. Kumar, S. M. S. Wasim та S. Mehmood, опублікованому у 2026 році [6], на основі даних малих і середніх підприємств досліджено взаємозв'язок систем управлінського контролю, бюджетування та фінансових результатів. Отримані результати свідчать, що більш розвинені системи бюджетування та управлінського контролю сприяють підвищенню якості фінансових рішень, яка, своєю чергою, пов'язана з покращенням фінансових результатів підприємств. Автори також враховують вплив інтенсивності конкурентного середовища, що особливо важливо в умовах економічної невизначеності. Разом із тим застосування на малих підприємствах складних систем бюджетування, характерних для великих корпорацій, може бути економічно недоцільним. Обмежені кадрові та фінансові ресурси малого бізнесу вимагають дотримання принципу пропорційності: витрати на підготовку, контроль і коригування бюджетів не повинні перевищувати управлінський ефект

від їх використання. Тому особливої актуальності набувають прості, зрозумілі й автоматизовані моделі бюджетування.

Сучасні наукові дослідження, опубліковані у 2025–2026 роках, підтверджують існування проблеми недостатньої формалізації фінансового управління малих підприємств. Зокрема, дослідження практики бюджетування MSME у Sidoarjo показало [5], що бюджетування на досліджуваному малому підприємстві перебувало на початковому рівні та значною мірою не документувалося. У систематичному огляді, присвяченому ролі бюджетування у фінансових результатах мікро-, малих і середніх підприємств, також підкреслюється значення простих, структурованих та зручних для використання бюджетних процедур у поєднанні з належним рівнем фінансової грамотності керівників. Особливістю бюджетування в умовах економічної невизначеності має стати відмова від сприйняття затвердженого річного бюджету як незмінного фінансового плану. Якщо фактична інфляція, валютний курс, попит, вартість енергоносіїв чи сировини істотно відрізняються від припущень, використаних під час складання бюджету, початковий бюджет поступово втрачає інформаційну цінність. У зв'язку із цим для малого підприємства доцільно поєднувати традиційне річне бюджетування з гнучким бюджетом та ковзним прогнозуванням (rolling forecast). Річний бюджет у такій системі виконує функцію встановлення основних цільових орієнтирів, тоді як прогноз регулярно переглядається з урахуванням нової інформації. Це дозволяє не змінювати стратегічну мету підприємства після кожної зміни ринкової кон'юнктури, але одночасно оперативно адаптувати рішення щодо витрат, закупівель, запасів, фінансування та інвестицій.

Особливого значення для малого бізнесу набуває бюджет руху грошових коштів. Позитивний бухгалтерський фінансовий результат не гарантує наявності достатнього обсягу коштів для своєчасних розрахунків із постачальниками, працівниками, банками та бюджетом. Тому прогнозування надходжень і виплат доцільно здійснювати з більшою деталізацією, ніж планування прибутку. У періоди значних економічних коливань короткострокове прогнозування грошових потоків може стати одним із ключових інструментів запобігання кризі ліквідності. Доцільним також є використання сценарного бюджетування. Замість єдиного прогнозного показника підприємство може сформувати базовий, оптимістичний та стресовий сценарії. Для кожного з них визначаються можливі обсяги продажів, рівень витрат, потреба в оборотному капіталі, залишок коштів та необхідність залучення фінансування. У разі наближення фактичних показників до стресового сценарію керівництво отримує можливість швидше активувати заздалегідь підготовлені заходи: скорочення необов'язкових витрат, перегляд умов закупівель, оптимізацію запасів, перенесення інвестицій або залучення резервних джерел фінансування.

Результати новітні наукові дослідження, які були проведені у 2026 році додатково демонструють важливість довгострокового фінансового планування в контексті економічної невизначеності. Зокрема, R. P. Umakela та P. Yooyen на вибірці 183 представників мікро-, малих і середніх підприємств досліджували взаємозв'язки між фінансовим плануванням, економічною невизначеністю, стійкістю та фінансовими результатами [7]. Отримані результати підтверджують значення фінансового планування як складової моделі забезпечення стабільності підприємств у мінливому середовищі.

Водночас підвищення ефективності бюджетування сьогодні безпосередньо пов'язане з цифровізацією фінансового управління. Автоматизоване отримання даних бухгалтерського й управлінського обліку, використання електронних таблиць, спеціалізованих фінансових систем та інструментів бізнес-аналітики дозволяють малому підприємству скоротити трудомісткість бюджетного процесу і швидше здійснювати план-факт аналіз. Сучасні українські дослідження також підкреслюють перспективність інтеграції цифрових інструментів, гнучкого бюджетування та фінансової аналітики в умовах нестабільності.

На основі узагальнення сучасних досліджень пропонується адаптивна модель бюджетування малого підприємства, за якої річний фінансовий план визначає стратегічні орієнтири, щомісячне або щоквартальне ковзне прогнозування забезпечує їх актуалізацію, короткостроковий бюджет грошових коштів використовується для управління ліквідністю, сценарні бюджети — для оцінювання наслідків ризиків, а регулярний план-факт аналіз формує інформаційну базу для оперативних управлінських рішень. Важливо, щоб усі елементи такої системи функціонували не відокремлено, а як єдиний інформаційно-аналітичний механізм фінансового управління малим підприємством.

Таким чином, в умовах економічної невизначеності роль бюджетування в діяльності малих підприємств суттєво трансформується. Воно перестає бути лише способом визначення планових доходів і витрат і перетворюється на інструмент підтримання ліквідності, управління ризиками, оперативного контролю, оптимізації ресурсів та обґрунтування управлінських рішень. Для малих підприємств найбільш доцільною є не складна корпоративна система бюджетування, а краще адаптивна модель, що поєднує простоту використання з регулярним переглядом прогнозів, сценарним аналізом, контролем грошових потоків та цифровими інструментами фінансової аналітики.

Отже, ефективність бюджетування малого підприємства в умовах економічної невизначеності визначається не стільки точністю первісно складеного бюджету, скільки здатністю системи своєчасно виявляти зміни, оцінювати їх фінансові наслідки та забезпечувати інформаційну основу для адаптації управлінських рішень. Саме така трансформація бюджетування здатна підвищити фінансову стійкість та життєздатність малого бізнесу в нестабільному економічному середовищі.

Список використаних джерел

1. Azhar Z., Syarif R. Budgeting for Small Business: A Study Literature Review. Jurnal Ilmiah Akuntansi Kesatuan. 2025. Vol. 13, No. 1. P. 169–182. doi:10.37641/jiakes.v13i1.2686.
2. Обелець Т. В. Особливості бюджетування на підприємстві в умовах криз нестабільності. Економіка та суспільство. 2025. № 74. doi:10.32782/2524-0072/2025-74-104.
3. Чуркіна І. Є., Сергєєва Є. О. Особливості бюджетування на підприємстві в умовах економічної нестабільності. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2025. Т. 24, № 3(61). С. 172–186. doi:10.18524/2413-9998.2025.3(61).352255.
4. Elom J. O., Atah C. A. Effect of Financial Management Strategies on Financial Performance of Micro and Small Enterprises in Calabar Metropolis. Journal of International Cooperation and Development. 2025. Vol. 8, No. 2. doi:10.36941/jicd-2025-0008.
5. Nirwana R., Jakiroh J., Bintari E. S., Anizar S. Y., Yulia Y. Determinants of MSME Performance: Assessing the Role of Budgeting, Financial Control, and Cash Management in Banjarbaru City. Priviet Social Sciences Journal. 2025. Vol. 5, No. 12. P. 20–31. doi:10.55942/pssj.v5i12.1023.
6. Kumar S., Wasim S. M. S., Mehmood S. From Budgets to Better Decisions: How Management Controls Drive SME Financial Performance under Competitive Pressure. Journal of Finance & Economics Research. 2026. Vol. 11, Issue 1. doi:10.20547/jfer2611103.
7. Umakela R. P., Yooyen P. The Effect of Long-Term Financial Planning and Economic Uncertainty on the Financial Performance of MSMEs with the Sustainability Factor as a Moderating Variable. BizNOMICS: International Journal of Business and Economics. 2026. Vol. 1, No. 3. doi:10.55587/ijbe.v1i3.237.
8. Candra Y. A., Darnilawati, Munir A. The Role of Budgeting in Improving the Financial Performance of MSMEs. Proceeding International Conference on Economic and Social Sciences. 2026. Vol. 3. P. 237–245.

Section: History and Cultural Studies

ECONOMIC CONDITIONS AND POLITICAL STRUGGLE IN PORTUGAL IN THE MID- TO SECOND HALF OF THE 19TH CENTURY

Hryhoruk Nataliia
Ph.D., Associate Professor
Ternopil national pedagogical university
named after Volodymyr Hnatyuk, Ukraine

Both bourgeois revolutions – those of 1820 and 1836 – remained incomplete. Consequently, by the middle of the 19th century, Portugal remained a backward agrarian country with strong remnants of feudal relations. The country's economic development lagged considerably behind that of the leading countries of Western Europe. The formation of modern industry proceeded slowly, the domestic market remained limited, and a significant proportion of the population was engaged in agriculture.

The social structure of Portuguese society also retained features of the previous era. The proletariat was small in number – approximately 60,000–70,000 people out of a population of about 4.7 million. The national bourgeoisie remained weak and economically dependent on foreign capital. In rural areas, large landed estates predominated, while a considerable proportion of the peasantry remained dependent on landowners and was forced to use unfavorable forms of tenancy. Low agricultural productivity, the insufficient development of the domestic market, and widespread rural poverty hindered the country's economic growth.

Portugal's industrial development also remained limited. Manufacturing developed slowly, as a significant proportion of foreign investment was directed primarily toward the extraction of mineral resources and other export-oriented sectors. British capital played an important role in the country's economy, which strengthened Portugal's economic dependence on Great Britain. At the same time, railway construction began in the 1850s, textile and tobacco enterprises were established, and a national food-processing industry gradually emerged. The development of transport infrastructure contributed to the expansion of the domestic market and intensified economic ties between different regions. However, these changes proceeded slowly and could not quickly overcome the country's overall economic backwardness.

The country's financial situation also remained difficult. The impoverished peasantry was unable to pay steadily increasing taxes, so tax revenues to the state treasury remained insufficient. To cover budget deficits, the government was forced to seek foreign loans on a regular basis, particularly from British financial circles. As a result, the national debt continued to grow, while a significant share of state revenues was allocated to debt servicing.

Economic difficulties directly affected the condition of the peasantry. Unable to support their families, many peasants were forced to mortgage their land, lose their property, and seek employment abroad. Particularly significant were migration flows to Brazil, with which Portugal had longstanding historical and economic ties, as well as to the United States. Emigration gradually became an important social and economic phenomenon, reflecting the difficult conditions faced by the rural population.

Economic difficulties were accompanied by political instability. Following the revolutions of 1820 and 1836, Portugal failed to establish a stable political system. Rivalry between supporters of different forms of constitutional government, the struggle between conservative and liberal forces, and the intervention of the army in political affairs led to frequent government crises and military coups.

The period following the rise to power of António Bernardo da Costa Cabral was particularly turbulent. He pursued a centralizing and conservative policy, seeking to strengthen state control and consolidate the authority of the central government. His rule provoked opposition among various social and political groups. In 1846, as a result of political conflict and an uprising, Costa Cabral's regime was overthrown. However, his removal did not put an end to political instability in the country.

After the fall of Costa Cabral, Marshal João Carlos de Saldanha Oliveira e Daun became one of the leading figures in Portuguese political life. He came from an influential aristocratic family and was one of the prominent military and political figures of 19th-century Portugal. During the first bourgeois revolution, Saldanha was one of the leaders of the constitutionalist movement. In 1825, he became Minister of Foreign Affairs. During the Miguelist Wars, he fought against Miguel and supported the constitutional order, for which he was promoted to the rank of marshal.

During the revolutionary events of 1836, Saldanha's political position changed. He joined the opponents of the revolutionary movement and was forced to leave the country. He spent about ten years abroad. After returning to Portugal, Saldanha sought to stabilize the country's political life and to mitigate the consequences of Costa Cabral's rule.

Portugal in the mid-19th century was characterized by frequent changes of government and military coups, in which the army played a significant role. It gradually lost its former revolutionary character and increasingly became an important instrument in the struggle for political power among competing groups. Military coups thus became one of the characteristic manifestations of instability within the Portuguese political system.

After the events of 1846, Costa Cabral left for Spain, but in 1849 he returned to power. His second period of rule, however, was short-lived. In 1851, he was finally removed from power as a result of another military and political coup. The government was headed by Saldanha, who remained one of the leading political figures in Portugal for many years.

Saldanha's political activity combined conservative and liberal elements. Compared with the early period of his political career, he became more conservative and moved closer to clerical circles, while at the same time supporting a number of

liberal reforms. An important step was the establishment of the Regeneration Party, which brought together moderate elements of the political forces that had emerged from the Septemberist and Chartist movements.

Saldanha sought to strengthen the constitutional order while adapting it to the interests of moderate political forces. Amendments were introduced to the Constitutional Charter that provided for expanded municipal rights, improvements to the system of political representation, and a reduction in the property qualification for voters. These measures contributed to a certain degree of political stabilization, although they did not eliminate the fundamental social and political tensions within Portuguese society.

In the second half of the 19th century, Portugal's political life gradually shifted from persistent rivalry among competing political groups toward a more organized system of party politics. The development of the political system in neighboring Spain had a significant influence on this process. Following the establishment of a two-party system in Spain in the 1870s, a similar model gradually took shape in Portugal.

The Regeneration Party gradually acquired a conservative character and became the foundation of a political camp oriented toward preserving the existing political and social order. At the same time, the Progressive Party emerged from its left wing. It advocated more liberal reforms and became the principal political counterweight to the conservatives. Thus, Portuguese political life developed a system in which two major parties alternated in government and represented different factions of the ruling elites.

At the same time, the differences between the conservatives and progressives were limited. Both political forces relied to a considerable extent on large landowners, affluent social groups, and interests associated with British capital. Their political rivalry primarily concerned the nature and pace of reforms rather than a fundamental transformation of the existing social and economic system.

Thus, by the middle of the 19th century, Portugal remained an economically backward agrarian state characterized by large landed estates, limited industrial development, substantial dependence on foreign capital, and serious financial difficulties. Gradual modernization – including the development of railways, industrial enterprises, and the domestic market – created conditions for economic change, but these processes proceeded slowly. Political instability, frequent coups, and the army's intervention in government affairs hindered the establishment of a stable political system for a long time. At the same time, during the second half of the 19th century, Portugal gradually moved toward a more organized system of party politics, which became an important stage in the country's political modernization.

References

1. Birmingham D. A Concise History of Portugal. 3rd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2018.
2. Bonifácio M. de F. O Século XIX Português. Lisboa : Imprensa de Ciências Sociais, 2007.

3. Costa L. F., Lains P., Miranda S. M. An Economic History of Portugal, 1143–2010. Cambridge : Cambridge University Press, 2016.
4. Sardica J. M. A Regeneração sob o Signo do Consenso: A Política e os Partidos entre 1851 e 1861. Lisboa : Imprensa de Ciências Sociais, 2013.
5. Coutinho L. P. O Rei, Chave da Regeneração: Poderes Constitucionais e Prática Política (1851–1885). Lisboa : Universidade Católica Editora, 2023.

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

OVER-ENGINEERING AS AN ANTI-PATTERN IN SOFTWARE ARCHITECTURE

Rudnikova Veronika
Student
Faculty of Informatics and Computer Engineering
Academic supervisor:
Rusinov Volodymyr
Teaching Assistant
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

Software architecture is usually taught and discussed as a search for the correct pattern or layering. Much less attention is paid to a failure mode that is at least as common as poor design: designing too much. Over-engineering is the practice of building a system that is more flexible or more elaborate than the problem it is meant to solve actually requires. It is usually the result of engineers trying to do a good job – anticipating future requirements, following best practices, or reusing patterns they have seen work well elsewhere. This is exactly what makes it dangerous: over-engineering does not look like a mistake while it is happening. Understanding it as a recognized anti-pattern, rather than as an unavoidable side effect of "good" engineering, is relevant for every developer.

In software engineering, an anti-pattern is a commonly used response to a recurring problem that appears reasonable but is ultimately ineffective. Over-engineering fits this definition: it typically emerges from legitimate engineering concerns – scalability and reusability, applied to a context that does not actually need them. In practice this shows up as unnecessary design patterns such as factories or strategies introduced for problems that do not have the same degree of variation, or architectures designed for a scale of traffic and complexity the system will never reach. A closely related and more precisely named phenomenon is speculative generality: code written not for a requirement that currently exists, but for one the developer merely imagines might appear later. The counter-principle most commonly used against this is YAGNI, "You Aren't Gonna Need It," a rule stating that a feature should be implemented only when there is a current need for it, not when it is seen as possibly useful. Over-engineering is not the same as writing clean, well-structured code, though it is not an argument against abstraction. Good abstractions, chosen because there is a requirement, are not over-engineering. The feature that distinguishes them is the absence of a real, present need – complexity that exists "just in case" rather than because something in the current requirements actually calls for it.

The causes of over-engineering are more organizational than technical, which is part of why the anti-pattern persists despite being widely known. Teams that have previously been burned by a system that was too rigid to extend sometimes overcorrect by making the next system maximally flexible, even where that flexibility ends up never being used. Architectural decisions appropriate for organizations operating at very large scale are sometimes adopted by small teams or early-stage projects facing entirely different constraints – a pattern sometimes informally described as "cargo-cult" engineering, copying the outward form of a solution without the context that originally justified it. Engineers are also often motivated by a desire to build systems that are technically impressive, which can quietly shift priorities away from what they actually need to create. Unclear or poorly defined requirements also push some engineers to try to design for every possible future scenario, producing systems built for a future that may never arrive.

The costs of over-engineered architecture accumulate gradually rather than appearing immediately, which is part of why the anti-pattern is hard to catch at review time. Delivery tends to slow down because developers have to navigate unnecessary abstraction layers to make even small changes; onboarding becomes harder, since new team members must understand complexity that has no corresponding requirement. This connects over-engineering to the broader concept of technical debt. Where technical debt is traditionally described as a shortcut taken under time pressure that must eventually be paid back, over-engineering can be thought of as a kind of debt acquired in the opposite direction – not from doing too little, but from building infrastructure for requirements that were never confirmed. Architectural technical debt specifically has been described in the software engineering literature as harder to detect and more difficult to remediate than code-level debt, since it is embedded in structural decisions rather than in individual functions or files, which is one reason unnecessary architectural complexity, once introduced, tends to persist.

Despite all of this, some degree of anticipation is a normal and necessary part of engineering, and the real difficulty is that there is no universal formula for how much anticipation is appropriate. Whether a given piece of flexibility counts as over-engineering depends on the specific context: how confident the team is that a requirement will actually appear, how expensive it would be to add that flexibility later rather than now, and how much the added complexity costs in the meantime. This is consistent with a broader observation that architecture is rarely a single correct answer but a set of trade-offs made under uncertainty. Over-engineering is essentially what happens when that trade-off is made without seriously questioning whether the anticipated need is real.

Altogether, over-engineering deserves to be treated as a distinct, named anti-pattern. It appears from identifiable and largely well-intentioned causes, it is reinforced by cultural and organizational pressures as much as by technical ones, and its costs – slower delivery and harder maintenance tend to surface only after the complexity is already embedded in the system's structure. Recognizing the pattern early, and treating YAGNI as concrete design questions to ask before adding a layer of abstraction, is one of the more practical tools available for keeping software architecture aligned with what a system actually needs to do.

References

1. Berton, L. YAGNI: You aren't gonna need it. URL: https://lucaberton.com/blog/yagni-principle/
2. The 6 warning signs of overengineering. LeadDev. URL: https://leaddev.com/software-quality/the-6-warning-signs-of-overengineering
3. Overengineering. Minware. URL: https://www.minware.com/guide/anti-patterns/overengineering
4. Verdecchia, R., Kruchten, P., & Lago, P. (2020). Architectural technical debt: A grounded theory. URL: https://research.vu.nl/en/publications/architectural-technical-debt-a-grounded-theory/
5. Anti patterns in software development. Medium. URL: https://medium.com/@christophnissle/anti-patterns-in-software-development-c51957867f27

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО РУХУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ В МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ВОДІЄМ

Пасєка Богдан Володимирович
аспірант
Науковий керівник:
Мокін Борис Іванович
академік НАПН України, д-р техн. наук, професор
Кафедра системного аналізу та інформаційних технологій
Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація. Розглянуто задачу практичної реалізації еквівалентних математичних моделей оптимального руху електромобіля з тяговим електроприводом змінного струму в системі підтримки прийняття рішень водієм (СППР), побудованій за принципами системного аналізу. Запропоновано багаторівневу модульну структуру СППР, що об’єднує інформаційний, модельний, алгоритмічний та інтерфейсний компоненти, і подієво-орієнтований алгоритм перемикання між еквівалентними моделями горизонтального руху, руху на схилах і підйомах та на поворотах дороги залежно від поточної дорожньої ситуації. Обґрунтовано доцільність програмної реалізації користувацького рівня системи у вигляді кросплатформеного мобільного застосунку на основі React Native з інтеграцією через API, Bluetooth, BMS, контролери двигуна та навігаційні сервіси. Комп’ютерним моделюванням для чотирьох типових сценаріїв руху підтверджено, що використання еквівалентних моделей у складі СППР забезпечує

істотне скорочення часу формування рекомендацій водієві порівняно з повними моделями за збереження прийнятної точності.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, електромобіль, еквівалентні моделі, мобільний застосунок, React Native, модульна архітектура, реальний час.

Abstract. The problem of the practical implementation of equivalent mathematical models of the optimal motion of an electric vehicle with an AC traction drive in a driver decision-support system (DSS), built on systems-analysis principles, is considered. A multilevel modular DSS structure is proposed, combining information, model, algorithmic and interface components, together with an event-driven algorithm for switching between the equivalent models of horizontal motion, motion on descents and ascents, and cornering, depending on the current road situation. The expediency of implementing the user-level component of the system as a cross-platform mobile application based on React Native, integrated via API, Bluetooth, BMS, motor controllers and navigation services, is substantiated. Computer modeling for four typical motion scenarios confirms that the use of equivalent models within the DSS provides a substantial reduction in the time required to form recommendations for the driver while preserving acceptable accuracy.

Keywords: decision support system, electric vehicle, equivalent models, mobile application, React Native, modular architecture, real time.

Введення. У попередніх дослідженнях [3; 4] синтезовано еквівалентні математичні моделі оптимального руху електромобіля з тяговим електроприводом змінного струму, вільні від трансцендентних функцій, застосування яких забезпечує скорочення часу обчислення параметрів руху у 2,55…5,78 раза порівняно з базовими моделями. Однак саме по собі скорочення часу обчислення не гарантує практичної корисності моделей без їх інтеграції в цілісну систему підтримки прийняття рішень водієм (СППР), здатну обробляти дані бортових систем електромобіля в реальному часі та формувати зрозумілі рекомендації [2]. Це обумовлює актуальність розроблення структури, алгоритмів і програмних засобів впровадження еквівалентних моделей у СППР, зокрема у формі мобільного застосунку, інтегрованого з бортовими системами електромобіля [5; 6; 7].

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є розроблення модульної структури та алгоритмів СППР на основі еквівалентних моделей оптимального руху й обґрунтування їх практичної реалізації у вигляді мобільного застосунку. Задачі дослідження: виділити функціональні модулі СППР та визначити їх призначення; розробити алгоритм функціонування системи й логіку перемикання між еквівалентними моделями залежно від дорожньої ситуації; обґрунтувати вибір програмної платформи для реалізації користувацького рівня системи; перевірити працездатність запропонованої архітектури комп’ютерним моделюванням типових сценаріїв руху.

Результати дослідження і їх обговорення. З позицій системного аналізу СППР розглянуто як багаторівневу ієрархічну систему, у якій на нижньому рівні

здійснюється збір первинної інформації, на середньому — обчислення параметрів руху за еквівалентними моделями, а на верхньому — формування рекомендацій водієві [2]. У структурі СППР виділено шість функціональних модулів (табл. 1): збору даних, попередньої обробки, вибору еквівалентної моделі, обчислення параметрів руху, формування рекомендацій та інтеграції з бортовими системами й мобільним застосунком.

Таблиця 1 – Основні функціональні модулі системи підтримки прийняття рішень водієм електромобіля

Модуль системи	Основне призначення
Збору даних	Отримання інформації від сенсорів, бортових систем, акумулятора, електропривода, навігації
Попередньої обробки	Нормалізація, перевірка, класифікація вхідних даних
Вибору моделі	Визначення активної еквівалентної моделі залежно від режиму руху
Обчислення параметрів	Розрахунок рекомендованої швидкості, режиму руху, енерговитрат
Формування рекомендацій	Формування зрозумілих для водія рекомендацій щодо режиму руху
Інтеграційний	Взаємодія з API, Bluetooth, BMS, контролерами двигуна, навігаційними сервісами

Модуль вибору моделі є центральним елементом структури: залежно від ідентифікованого режиму руху (горизонтальна ділянка, підйом, спуск, поворот) активується відповідна еквівалентна модель, синтезована раніше [3; 4], що забезпечує адаптивність системи та зменшує середній час обчислень. Алгоритм функціонування СППР реалізовано як послідовність восьми етапів: отримання даних → попередня обробка → ідентифікація режиму руху → вибір еквівалентної моделі → обчислення параметрів → перевірка допустимості результату → формування рекомендації → виведення через інтерфейс.

Програмну реалізацію запропоновано будувати за принципом модульної декомпозиції з відокремленням обчислювального ядра (реалізація еквівалентних моделей горизонтального руху, руху на схилах і підйомах, на поворотах, диспетчеризація моделей) від інтерфейсної частини, що спрощує тестування та подальше вдосконалення системи. Перемикання між моделями реалізовано за подієвим принципом: зміна параметрів дорожньої ситуації (наближення до повороту, зміна ухилу дороги) ініціює активацію відповідної еквівалентної моделі без залучення повного набору моделей одночасно.

Обґрунтовано, що найбільш доцільною платформою для реалізації користувацького рівня системи є кросплатформений мобільний застосунок на основі React Native, який забезпечує єдиний програмний каркас для Android та iOS, інтеграцію з API бортових систем, Bluetooth-з’єднання, взаємодію з BMS, контролерами двигуна, навігаційними сервісами та платформою mySPIN [5; 6; 7]. Комп’ютерне моделювання роботи електромобіля, оснащеного розробленою

СППР, виконано для чотирьох сценаріїв — горизонтального руху, руху на підйомі чи спуску, руху на повороті та комбінованого маршруту з перемиканням між моделями (табл. 2).

Таблиця 2 – Сценарії комп'ютерного моделювання роботи електромобіля, оснащеного СППР на основі еквівалентних моделей

№	Сценарій	Мета моделювання
1	Горизонтальна ділянка дороги	Перевірка базової роботи СППР у найпростішому режимі
2	Підйом або спуск	Оцінювання адаптації системи до рельєфу дороги
3	Поворот дороги	Перевірка врахування обмежень стійкості
4	Комбінований маршрут	Оцінювання перемикання між еквівалентними моделями

Встановлено, що в усіх сценаріях застосування еквівалентних моделей (з підтвердженим раніше [4] скороченням часу обчислення на 60,6…60,8 % для прямолінійного й рельєфного руху та у 5,78 раза для руху на поворотах) забезпечує формування рекомендацій у відрізки часу, сумісні з вимогами бортового контуру керування в реальному часі, за збереження прийнятної точності швидкості руху та енерговитрат. Найбільша ефективність розробленої архітектури проявляється в комбінованому сценарії, що підтверджує коректність реалізованої логіки перемикання між еквівалентними моделями залежно від поточної дорожньої ситуації.

Висновки. Розроблено модульну структуру системи підтримки прийняття рішень водієм електромобіля, яка інтегрує еквівалентні математичні моделі оптимального руху в єдиний функціональний контур збору даних, обчислення параметрів руху та формування рекомендацій. Розроблено алгоритм функціонування СППР та подієво-орієнтовану логіку перемикання між еквівалентними моделями горизонтального руху, руху на схилах і підйомах та на поворотах дороги. Обґрунтовано доцільність практичної реалізації користувацького рівня системи у вигляді мобільного застосунку на основі React Native з інтеграцією через API, Bluetooth, BMS та навігаційні сервіси. Комп'ютерним моделюванням підтверджено, що розроблена архітектура забезпечує суттєве скорочення часу формування рекомендацій водієві за збереження прийнятної точності, що підтверджує практичну придатність запропонованого підходу до впровадження еквівалентних моделей у систему підтримки прийняття рішень водієм електромобіля.

Список використаних джерел

1. Мокін Б. І. Системний аналіз оптимального руху електромобіля з асинхронним електроприводом : монографія / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, В. В. Горенюк. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 114 с.
2. Горенюк В. В. Перспективи реалізації системи підтримки прийняття рішень для водія електромобіля / В. В. Горенюк, Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2022. – Вип. 3. – С. 31–35.

3. Мокін Б. І. Еквівалентні моделі процесу обчислень в задачі синтезу моделей оптимального руху електромобіля з асинхронним електроприводом / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, Б. В. Пасєка // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2026. – № 2.
4. Пасєка Б. В. Синтез еквівалентних моделей та системний аналіз оптимального руху електромобіля з їх використанням / Б. В. Пасєка, Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2026. (подано до друку)
5. Texas Instruments. HEV/EV Traction Inverter Design Guide Using Isolated IGBT and SiC Gate Drivers : Application Report SLUA963A. – 2020. – 32 p.
6. Bosch Sensortec. Inertial Measurement Unit : technical information. – Reutlingen : Robert Bosch GmbH, 2021. – 18 p.
7. Оптимальне керування електроустановками : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця : ВНТУ, 2025.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ

Лисенко Єлизавета Ігорівна
здобувачка вищої освіти
Науковий керівник:
Калюжна Наталія Геннадіївна
доктор економічних наук, професор
Кафедра світової економіки
Державний торговельно-економічний університет, Україна

Протягом тривалого часу здійснення міжнародних ділових операцій було тісно пов’язане з використанням паперових документів, фізичним переміщенням інформації та тривалим очікуванням на обмін кореспонденцією між учасниками зовнішньоекономічної діяльності. Значних часових і організаційних ресурсів також вимагали передачі документів, погодження умов співпраці та укладення міжнародних контрактів. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій докорінно змінив ці процеси. З’явились такі поняття як електронний документообіг, електронна пошта, онлайн-платформи та цифрові засоби комунікації, які дали змогу здійснювати значну частину ділових операцій практично миттєво, незалежно від географічної відстані між партнерами. Така трансформація стала основою переходу міжнародного бізнесу до нової моделі функціонування.

Цифровізація виступає потужним чинником структурно-функціональної трансформації міжнародного бізнесу та глобальної торговельної системи. Завдяки розширенню цифрових платформ, електронної комерції, хмарних сервісів, штучного інтелекту, змінюються способи взаємодії компаній із

зарубіжними партнерами та споживачами, сприяючи подоланню географічних бар'єрів. Цифрові технології забезпечують швидкий обмін інформацією, спрощують вихід підприємств на міжнародні ринки та сприяють зниженню витрат, пов'язаних із здійсненням транскордонних операцій. Як наслідок, цифровий вектор повністю змінює загальну структуру та обсяги глобальних товарних та сервісних потоків.

Одним із найбільш помітних результатів цифрової трансформації стало формування нових форматів здійснення міжнародної торгівлі. Якщо раніше транскордонні операції переважно передбачали фізичне переміщення товарів та значний обсяг документації, то сьогодні дедалі більша частина торговельних операцій може здійснюватися із використанням цифрових каналів. Особливого значення набувають електронна комерція та цифрові послуги, які дають змогу здійснювати замовлення, оплату, передачу інформації та надання окремих послуг через цифрове середовище.

Масштаби цифрової торгівлі свідчать про її поступове перетворення на важливу складову торговельного обміну. За експериментальними оцінками OECD, у 2023 році цифрова торгівля становила 25,9% загального обсягу торгівлі країн. При цьому 12,7 відсоткового пункту припадало на операції, замовлені в цифровому форматі, тобто придбання товарів і послуг через цифрові канали, тоді як інша частина припадала на цифрово доставлену торгівлю, за якої самі товари або послуги передаються через цифрові мережі. Водночас протягом останнього десятиліття обсяги електронної комерції та цифрової торгівлі демонстрували стабільне зростання – на 26,6% та 35,5% відповідно. Найбільш динамічно розвивалася цифрово доставлена торгівля, обсяг якої за цей період збільшився приблизно на 52,1%, тоді як цифрово замовлені операції зросли на 21,3%. Така динаміка свідчить про подальше зміщення торговельної діяльності у цифрове середовище[1].

Головними напрямками впливу цифровізації на міжнародну торівлю стали скорочення торговельних витрат та спрощення транскордонних операцій. Завдяки використанню цифрових технологій стало легшим автоматизувати обмін документами, передавати інформацію та оптимізувати взаємодію між учасниками міжнародних торговельних процесів. Це особливо важливо для підприємств, які прагнуть вийти на зарубіжні ринки, оскільки цифрові канали зменшують частину витрат, пов'язаних із пошуком партнерів, укладенням угод та організацією міжнародних операцій. Дослідження Світової організації торгівлі показують, що підвищення рівня цифрової доступності може сприяти зниженню торговельних витрат, тим самим посилюючи можливості підприємств брати участь у міжнародній торгівлі [2].

За даними Світової організації торгівлі, підвищення рівня цифрової доступності на 10 відсоткових пунктів пов'язане зі зменшенням торговельних витрат приблизно на 2% як для товарів, так і для послуг. Особливе значення в цьому процесі має розвиток цифрової інфраструктури та сприятливого регулярного середовища, які забезпечують ефективнішу взаємодію між

учасниками міжнародного ринку. Отже, поширення цифрових технологій може сприяти зменшенню бар'єрів для транскордонної торгівлі та підвищенню її доступності для ширшого кола підприємств.

Відчутним вплив цифровізації є для малих та середніх підприємств, які стикаються з більшими труднощами під час виходу на зовнішні ринки порівняно з великими компаніями. Застосування цифрових платформ та онлайн-продажів дозволяє компаніям виходити на закордонні ринки без відкриття фізичних філій чи представництв у кожній країні. Завдяки електронним розрахункам та мережевим каналам зв'язку підприємства можуть дистанційно знаходити іноземних партнерів, залучати нових клієнтів і вільно продавати свої товари та послуги закордоном [3].

Водночас цифровізація міжнародної торгівлі створює низку нових викликів, пов'язаних із необхідністю забезпечення кібербезпеки, захисту персональних даних та узгодженням правил транскордонного обміну інформацією[4]. Відмінності у національному законодавстві щодо обробки та зберігання даних можуть ускладнювати діяльність компаній на міжнародних ринках і створювати додаткові регуляторні витрати. Також проблемою залишається цифрова нерівність, оскільки країни та підприємства мають різний рівень доступу до цифрової інфраструктури, технологій та необхідних навичок [ст.34, 5]. Тому подальший розвиток цифрової торгівлі потребує не лише технологічного прогресу, а й міжнародної координації у сфері регулювання, захисту даних та цифрової безпеки.

Підсумовуючи, цифрові технології суттєво спростили вихід компаній на міжнародні ринки та прискорили розвиток електронної торгівлі. Водночас виникають і нові проблеми, такі як ризики кібератак, захист даних, нерівний доступ до інтернету й технологій. Тому майбутнє цифрової торгівлі залежить не лише від нових технологій, а й від оновлення інфраструктури, спільних міжнародних правил та рівних можливостей для всіх країн.

Список використаних джерел

1. OECD. (2026). Digital trade accounted for one quarter of total trade across the OECD in 2023. OECD. https://www.oecd.org/en/data/insights/statistical-releases/2026/07/digital-trade-accounted-for-one-quarter-of-total-trade-across-the-oecd-in-2023.html
2. Bellucci, C., Rubínová, S., & Piermartini, R. (2023). Better together: How digital connectivity and regulation reduce trade costs. World Trade Organization. https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202307_e.htm
3. OECD. (2021). The digital transformation of SMEs. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/the-digital-transformation-of-smes_bdb9256a-en.html
4. OECD. (2025). Economic implications of data regulation. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/economic-implications-of-data-regulation_aa285504-en.html
5. World Trade Organization. (2025). World trade report 2025: Making trade and AI work together to the benefit of all. World Trade Organization. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtr25_e.pdf

EVALUATING THE IMPACT OF ROUTE CONVERGENCE ON APPLICATION SERVICE AVAILABILITY IN AN EDUCATIONAL NETWORK TESTBED

Kalashnyk Valerii
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2345-4377
Melnyk Gennady
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0002-7663
Department of Computer Engineering and Electromechanics
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

Abstract. A methodology for evaluating the impact of route convergence on application service availability in an educational network testbed is proposed. The study focuses on the interval between a routing change and the restoration of stable packet delivery to an application service. In this interval, the routing protocol may still be recalculating paths, while the application client observes timeouts, failed requests, increased response time, or temporary unavailability. The proposed testbed combines a controlled routing topology, packet-level observation, and an automated application client. A compact evaluation matrix links routing events, convergence evidence, packet-level symptoms, application-level outcomes, and pass criteria. The approach is intended for interdisciplinary training in computer networks and software testing technologies, where students must connect routing behaviour with user-visible service availability.

Keywords: route convergence, service availability, OSPF, routing failure, network testbed, application testing, packet loss, timeout, Wireshark.

Introduction. Application service availability depends not only on the correct operation of the server but also on the ability of the network to deliver packets between the client and the service. When a route changes, a link fails, or a routing protocol recalculates paths, the application may temporarily become unavailable even if the server process is still running. From the user's point of view, this situation may look like a service failure, a timeout, or a slow response. From the network point of view, the cause may be route convergence. Route convergence is the process by which routers detect a topology change, exchange routing information, recalculate paths, and install new forwarding entries. In link-state protocols such as OSPF, routers use link-state information to calculate loop-free routes after convergence [1]. In practical networks, the convergence interval may create a temporary loss of connectivity or a period of unstable forwarding. Therefore, service availability should be evaluated not only before and after convergence, but also during the transition interval.

Traditional educational laboratories often study routing protocols and application testing separately. In a networking course, students configure routers, observe routing tables, and verify connectivity using ping or traceroute. In a software testing course, students send HTTP requests, verify responses, and record defects. However, real client–server systems connect these layers. A request may fail not because the application code is defective, but because the route to the service is temporarily unavailable. Conversely, route recovery does not immediately guarantee that the application has recovered within its timeout budget.

Benchmarking documents for routing protocols emphasize the importance of measuring convergence and loss of connectivity in a structured way [2], [3]. However, educational testing also requires an application-level interpretation of these measurements. Students should be able to answer not only when the network route converged, but also how this convergence interval affected service availability, request success rate, response time, and recovery of the client. This study proposes a compact methodology for evaluating the impact of route convergence on application service availability in an educational network testbed. The method connects routing events, packet evidence, and application-level test results within one scenario.

Aim and objectives of the study. The aim of the study is to develop a methodology for evaluating how route convergence affects application service availability in an educational network testbed. The study defines the testbed structure, identifies relevant routing events, proposes an evaluation matrix, and formulates application-level criteria for interpreting convergence impact.

Materials and methods. The object of evaluation is a client–server service deployed in a controlled educational network topology. The topology includes a client host, an application server, several routers, a primary path, and an alternative path. A routing protocol is configured so that traffic can be redirected after a link or route change. The service under test may be represented by a simple HTTP endpoint that returns a fixed response and records request timestamps. The testbed consists of four components: a routing topology, a controlled fault or route-change mechanism, a packet observation tool, and an automated application client. The routing topology may be modelled in Cisco Packet Tracer or reproduced in a local virtual environment. Packet capture may be performed using Wireshark, while the automated client sends requests at regular intervals and records the result of each request. The main routing events include primary link failure, primary link restoration, route metric change, router restart, and delayed route advertisement. These events are selected because they can trigger path recalculation and temporary connectivity changes. The test does not aim to benchmark router hardware performance. Instead, it measures how the convergence interval is reflected at the application level.

The automated client sends a request to the service every fixed interval, for example once per second. For each request, it records the timestamp, response status, response time, timeout, connection error, and assertion result. At the same time, packet-level observation records whether packets are forwarded, dropped, retransmitted, or

redirected through an alternative path. Routing evidence is collected from routing tables, path checks, or topology-state observations.

The key measured intervals are:

- time from routing event to first failed application request;
- duration of consecutive failed or timed-out requests;
- time from routing event to first successful request through the new path;
- difference between network-level convergence and application-level recovery;
- request success rate during the convergence window.

The methodology separates three layers of evidence. The first layer is the routing layer: route change, routing table update, and alternative path selection. The second layer is the packet layer: packet loss, ICMP unreachable message, retransmission, or path change. The third layer is the application layer: timeout, failed request, delayed response, or successful recovery.

Table 1. Evaluation matrix for route convergence and service availability.

Routing event	Network evidence	Application symptom	Main risk	Pass criterion
Primary link failure	Route removed or recalculated	Request timeout	Temporary service loss	Recovery within defined window
Alternative path selected	New next hop appears	Requests become successful	Delayed recovery	First success after convergence recorded
Route metric increase	Traffic shifts to backup path	Higher response time	SLA degradation	p95 remains within limit
Router restart	Routing adjacency interrupted	Consecutive failed requests	Availability gap	Failure interval is measured
Link restoration	Primary path returns	Short instability possible	Flapping effect	No repeated long outage
Incorrect backup route	No valid path after failure	Persistent timeout	No service recovery	Defect is detected
Slow convergence	Late route stabilization	Many failed requests	Excessive downtime	Convergence impact documented

The table is used as a checklist for designing test cases and interpreting results. A test is considered complete only when it includes the routing event, the packet-level evidence, the application-level outcome, and a conclusion about service availability. Application service availability is evaluated as the proportion of successful requests during a defined observation window. However, the success rate alone is not sufficient. The duration of the outage and the time to first successful request after convergence must also be recorded. For user-facing services, a short continuous outage may be more important than a small number of isolated failed requests. The educational report should include a short timeline of the scenario. The timeline contains the moment of route change, first network symptom, first application failure, route recovery, first

successful request, and stabilization of response time. This timeline helps students connect network events with application behaviour.

Research results and discussion. The main result of the study is a methodology that links route convergence with application service availability. The proposed matrix demonstrates that a routing event should not be evaluated only by observing the final routing table. The application may experience timeouts or delayed responses while the network is moving from the old path to the new one. The first important result is the distinction between network-level convergence and application-level recovery. A routing protocol may install a new route, but the application client may still experience failed or delayed requests because of TCP retransmission, DNS caching, connection pooling, or timeout settings. Therefore, the moment when the network converges and the moment when the application becomes usable again may not be identical. The second result concerns the availability gap. During a primary link failure, packets may be dropped until an alternative path is selected. The application client records this as a sequence of timeouts or connection errors. The duration of this sequence is a practical measure of convergence impact. It shows how long the service was unavailable from the user's point of view.

The third result concerns path restoration. When the primary link returns, routing may again change the forwarding path. If the topology is unstable, the application may observe repeated short failures. This situation is important because a service may appear available in a simple connectivity test but still provide unstable behaviour during route flapping or repeated recalculation. The fourth result concerns backup route correctness. If a backup route is missing or misconfigured, the application will not recover after the primary path fails. In this case, the problem is not only slow convergence but also incorrect redundancy design. The proposed method allows this condition to be detected by combining routing evidence with the absence of application recovery. The methodology is useful for computer networking education because it transforms route convergence from an abstract routing concept into an observable service-quality problem. Students can see that routing table changes have direct consequences for HTTP requests, response time, and test results. This supports deeper understanding of how network infrastructure affects application availability. The methodology is also useful for software testing education. It helps students avoid incorrect defect classification. A failed request during convergence should not automatically be classified as an application defect. The tester must determine whether the cause is routing instability, unreachable path, service unavailability, or incorrect application recovery logic. This improves diagnostic thinking and defect reporting. The approach can be implemented in a compact laboratory environment. Cisco Packet Tracer can be used to model routing behaviour and demonstrate path recalculation. A local or virtual environment can be used for packet capture and automated client execution. Wireshark supports packet-level observation, while the application client records request-level outcomes. The same scenario identifier should connect routing, packet, and application evidence. The proposed testbed has limitations. Simulated environments may not reproduce all timing characteristics of production networks. Packet Tracer is suitable for educational modelling, but it has modelling limitations and should not be treated as a full replacement

for real network measurement. A local virtual environment also cannot fully reproduce Internet-scale routing, provider policies, wireless interference, or large-scale congestion. Therefore, the method is intended for educational and pre-release analysis rather than final certification of network infrastructure. Despite these limitations, the methodology provides a reproducible way to connect routing convergence with application service availability. It helps students and engineers measure not only whether the route eventually recovers, but also how the recovery process affects the user-visible service.

Conclusions. A methodology for evaluating the impact of route convergence on application service availability in an educational network testbed has been proposed. The methodology connects routing events, packet-level evidence, and application-level test results. The proposed evaluation matrix includes primary link failure, alternative path selection, route metric change, router restart, link restoration, incorrect backup route, and slow convergence. For each event, the matrix defines network evidence, application symptoms, main risk, and pass criterion. This allows the convergence interval to be interpreted as a measurable service availability problem. The approach supports interdisciplinary training in computer networks and software testing technologies. It helps students understand that routing convergence affects application availability and that application failures must be diagnosed using evidence from several layers. Further work may include pilot implementation of the testbed, automated construction of convergence timelines, and comparison of different routing scenarios by application-level recovery time.

References

1. Moy, J. (1998). OSPF Version 2. RFC 2328. RFC Editor. doi:10.17487/RFC2328.
2. Poretsky, S., Imhoff, B., & Michielsen, K. (2011). Benchmarking Methodology for Link-State IGP Data-Plane Route Convergence. RFC 6413. RFC Editor. doi:10.17487/RFC6413.
3. Papneja, R., Vapiwala, S., Karthik, S., & Poretsky, S. (2016). Basic BGP Convergence Benchmarking Methodology for Data-Plane Convergence. RFC 7747. RFC Editor. doi:10.17487/RFC7747.
4. Cisco Networking Academy. (2026). Cisco Packet Tracer: Networking Simulation and Visualization Tool. Cisco Systems.
5. Sharpe, R., Warnicke, E., & Lamping, U. (2026). Wireshark User's Guide. Wireshark Foundation.
6. Zlotenko, B. M., Statsenko, D. V., Melnyk, G. V., & Kalashnyk, V. Yu. (2025). Metodolohiia obrobky ta zberihannia informatsii v kompiuternii systemi dlia provedennia doslidzhen pry pidhotovtsi i prezentatsii kvalifikatsiinoi roboty [Methodology for processing and storing information in a computer system for research during the preparation and presentation of a qualification work]. Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, 2(3(94)), 203–210.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

Кадырова Ляйля Бакбергеновна
магистр технических наук, старший преподаватель
Тайтулеуов Бексултан Маратович
бакалавриат, 4 курс
Кабылда Ерсултан Куанганулы
бакалавриат, 4 курс
Кафедра «Кибербезопасность и искусственный интеллект»
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова

Аннотация.

В статье рассматривается разработка мобильной информационной системы AqylFin, предназначенной для централизованного учета, мониторинга и анализа личных финансов. Актуальность работы связана с необходимостью удобного представления информации о доходах, расходах, денежных счетах, переводах, долговых обязательствах и финансовых целях в едином цифровом пространстве. Рассмотрены структура приложения, основные функциональные модули, модели расчета финансовых показателей и элементы защиты пользовательских данных. Описаны возможности учета банковских счетов и наличных средств, регистрации доходов и расходов, контроля рассрочек, кредитов и ипотеки, учета взаимных долгов, постановки финансовых целей и визуального анализа операций. Представленные результаты основаны на разработанном прототипе и его функциональной проверке.

Ключевые слова:

AqylFin, мобильное приложение, личные финансы, финансовый мониторинг, доходы, расходы, счета, долги, рассрочки, кредит, ипотека, финансовые цели, информационная безопасность.

Введение.

Цифровизация финансовых процессов увеличивает объем информации, которую пользователь должен учитывать при управлении собственными денежными средствами. Данные о банковских счетах, наличных средствах, доходах, расходах, кредитных обязательствах и запланированных покупках могут храниться в разных приложениях или фиксироваться вручную. При таком подходе сложнее получить целостное представление о текущем финансовом состоянии. Поэтому актуальной задачей является разработка мобильной информационной системы, объединяющей основные операции персонального финансового учета и представляющейаихаваструктурированномавиде.

Разрабатываемое приложение AqylFin ориентировано не только на регистрацию расходов, но и на комплексный мониторинг финансового состояния пользователя. В системе предусмотрены счета, операции доходов и расходов, переводы между собственными счетами, различные виды долговых обязательств, финансовые цели

и аналитические показатели. При проектировании учитывались простота интерфейса и требования информационной безопасности, поскольку приложение работает с чувствительной финансовой информацией.

Цель и задачи исследования.

Целью исследования является разработка мобильной информационной системы AqylFin для централизованного учета, мониторинга и анализа личных финансов пользователя.

Для достижения цели определены следующие задачи:

– проанализировать основные процессы персонального финансового учета; сформировать структуру мобильного приложения и его функциональные модули;

– реализовать учет счетов, доходов, расходов и переводов;

– реализовать учет рассрочек, кредитов, ипотеки и взаимных долгов;

– разработать механизм финансовых целей;

– реализовать расчет основных показателей и визуальное представление данных; учесть требования к защите финансовой информации.

Результаты исследования и их обсуждение.

Архитектура приложения построена вокруг основных пользовательских сценариев. Нижняя навигация включает разделы «Главная», «Счета», центральную кнопку добавления, «План» и «Профиль». Центральная кнопка «+» предоставляет быстрый доступ к созданию расхода, дохода, перевода, долга или финансовой цели.

Раздел «Счета» предназначен для отображения денежных средств пользователя. В первой версии предусмотрены банковские счета, наличные и другие счета. Для банковского счета можно выбрать Kaspi, Halyk, Freedom, BCC, Jusan, Bereke, Home Credit или другой банк. Для других счетов можно указать собственное название. На первом этапе поддерживаются KZT и USD. Предусмотрены пополнение, редактирование, удаление и перевод между собственными счетами.

Внутренний перевод между счетами изменяет остатки двух счетов, но не считается доходом или расходом. Это позволяет корректно рассчитывать финансовый результат.

Для операций разработаны формы «Расход» и «Доход», содержащие сумму, категорию, счет, дату, время и комментарий. Категории представлены списком, а пользователь может добавить собственную категорию.

Отдельный блок связан с долговыми обязательствами. Выделены рассрочки, кредиты, ипотека, долги пользователя и суммы, которые должны пользователю. Для рассрочек рассчитывается доля погашенной суммы. При общей сумме S_total и выплаченной сумме S_paid:

$$P = (S\_paid / S\_total) \times 100\%. \quad (1)$$

Например, при обязательстве 65 000 тенге и выплате 45 000 тенге степень погашения составляет около 69,2 %. После полного погашения значение достигает 100 %.

Для ипотеки используются параметры банка, названия недвижимости, суммы, количества месяцев и даты оформления. Взаимные долги разделяются на «Я должен» и «Мне должны», что позволяет отдельно учитывать обязательства пользователя и суммы, которые должны ему другие лица.

Раздел «План» предназначен для финансовых целей. При создании цели указываются название, необходимая сумма, срок и дополнительная информация; можно добавить фотографию цели. Прогресс определяется отношением накопленной суммы к требуемой:

$$P = (S\_saved / S\_goal) \times 100\%. \quad (2)$$

Главная страница объединяет общий баланс, доходы, расходы и текущий финансовый результат. Общий баланс определяется суммой остатков счетов:

$$B = \Sigma S\_i. \quad (3)$$

Суммарные доходы и расходы:

$$I = \Sigma I\_j, \quad E = \Sigma E\_k. \quad (4)$$

Финансовый результат:

$$R = I - E. \quad (5)$$

Аналитическая часть позволяет просматривать данные за неделю, месяц, год или весь период учета. Отображаются суммарные и средние показатели, наиболее значимые дни по операциям и финансовый результат. В текущей версии аналитика основана на расчетах и визуализации накопленных данных; машинное обучение и прогнозирование не заявляются как реализованная функциональность.

Информационная безопасность является отдельным аспектом проектирования. Поскольку AqylFin работает с персональной и финансовой информацией, в структуре приложения предусмотрены механизмы, связанные с аутентификацией, безопасностью профиля, биометрией, PIN-кодом и выходом со всех устройств. Уровень реализации каждого механизма должен оцениваться по фактически реализованной версии продукта.

Результатом разработки является прототип мобильной системы, объединяющий основные операции персонального финансового учета. Функциональная проверка отдельных сценариев позволяет оценить корректность расчетов и последовательность выполнения основных операций. Количественная оценка влияния приложения на финансовое поведение пользователей не проводилась.

Выводы.

Разработана концепция и функциональная структура мобильной информационной системы AqylFin для мониторинга личных финансов. Система объединяет учет счетов, доходов, расходов, переводов, долговых обязательств и финансовых целей, а также расчетные и аналитические показатели. Математические зависимости позволяют определять общий баланс, финансовый результат, степень погашения долгов и прогресс целей. Перспективными направлениями являются расширение валют и стран, подключение дополнительных типов счетов, развитие аналитики, автоматизация рекомендаций и усиление защиты персональных и финансовых данных.

Список литературы

1. Flutter documentation. (n.d.). Flutter: Build apps for any screen. https://flutter.dev/
2. Dart documentation. (n.d.). Dart programming language. https://dart.dev/
3. OWASP Foundation. (n.d.). OWASP Mobile Application Security. https://owasp.org/www-project-mobile-top-10/

Section: Jurisprudence

НОВЕЛИ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ МАЙНОВИХ ВІДНОСИН ПОДРУЖЖЯ У ПРОЄКТІ НОВОГО ЦИВІЛЬНОГО КОДЕКСУ УКРАЇНИ

Рижко Крістіна Андріївна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня,
Кафедра права
Вищий навчальний заклад
«Університет імені Альфреда Нобеля», Україна

У кожній державі існують такі нормативно-правові акти, які діють протягом великого проміжку часу і вже настільки переповнені внесеними змінами, що потребують повноцінного перегляду з урахуванням актуальних потреб суспільства. Не стала виключенням і Україна, де з початку 2000-х років діє Цивільний кодекс України (далі – ЦК України), який є основним кодифікованим нормативно-правовим актом, що регулює приватноправові відносини [1].

Протягом доволі довгого періоду існування цього Кодексу відбулися значні зміни в економічних відносинах, договірному обороті, процеси цифровізації зумовили виникнення нових об’єктів цивільних прав, зокрема цифрових речей та віртуальних активів, тобто поряд зі звичними об’єктами цивільних правовідносин з’явилися нові, що, у свою чергу, призвело до суттєвої трансформації предмета правого регулювання.

Враховуючи цей факт, законодавець намагався оперативно реагувати на актуальні потреби суспільства та вносив безліч змін та доповнень у ЦК України задля підтримки правопорядку та врегулювання різних сфер життя. Проте, велика кількість змін, за загальним правилом, призводить до збільшення обсягу такого нормативного акта і може зумовлювати виникнення техніко-юридичних недоліків таких як колізії та дублювання, що порушує системність і чіткість законодавства [2].

Розвиток приватноправових відносин вимагає якісного правового регулювання, ліквідації існування технічних дефектів у чинному цивільному законодавстві. Євроінтеграційний курс України обумовив важливість приведення його у відповідність до права ЄС [3]. Крім того, як наголошує академік НАПрН України Н.С. Кузнєцова, «однією з важливих передумов оновлення цивільного кодексу України є практика застосування норм чинного ЦК національними судами» [4, с. 45].

Ці фактори спричинили потребу у системному оновленні та повному переосмисленні приватно-правового (цивільно-правового) регулювання, тобто виникла необхідність у рекодифікації цивільного законодавства. Українські дослідники І. В. Зеленська та Н. М. Гресь слушно зазначають, що рекодифікація

розглядається як процес, що дозволяє не лише оновити існуючі правові норми, але й вдосконалити їх структуру та зміст для забезпечення ефективного правового регулювання [5, с. 99].

Дискусії щодо рекодифікації цивільного законодавства існують в Україні доволі давно [6]. Проте, з практичної точки зору, ця ініціатива бере початок з постанови Кабінету Міністрів України «Про утворення робочої групи щодо рекодифікації (оновлення) цивільного законодавства України» від 17 липня 2019 р. № 650. Створена робоча група, куди ввійшли провідні вчені цивілісти України, підготувала Концепцію оновлення Цивільного кодексу України. Надалі почалася підготовка проєктів окремих книг нового Цивільного кодексу України та їх громадське обговорення [7].

28 квітня 2026 року Верховна Рада України прийняла у першому читанні за основу проєкт Цивільного кодексу України № 15150, який пропонують назвати «Кодекс права приватного» [8]. Офіційною метою проєкту є рекодифікація та системне оновлення приватного (цивільного) права України шляхом ухвалення нового Цивільного кодексу України як цілісного, внутрішньо узгодженого та ефективного кодифікованого акта.

Однією з важливих цілей рекодифікації є гармонізація цивільного та сімейного законодавства. Попри існування окремих Цивільного та Сімейного кодексів, ці галузі перебувають у тісному взаємозв'язку [9]. У статті 8 Сімейного кодексу України прямо зазначено, якщо особисті немайнові та майнові відносини між подружжям, батьками та дітьми, іншими членами сім'ї та родичами не врегульовані Сімейним кодексом України, вони регулюються відповідними нормами Цивільного кодексу України, якщо це не суперечить суті сімейних відносин [10].

Зазначений взаємозв'язок найбільш виразно проявляється у сфері майнових відносин подружжя. Такі правові конструкції, як право власності, спільна сумісна власність, правочини, договірні та інші зобов'язання, відповідальність, компенсація, способи захисту прав тощо ґрунтуються на загальних цивілістичних засадах, проте у сімейному праві застосовуються з урахуванням його специфіки.

У зв'язку з цим пропонується скасувати Сімейний кодекс України, а положення сімейного права мають отримати окреме структурне місце в системі нового Цивільного кодексу України [11].

Особливу зацікавленість юридичної спільноти України викликають деякі запропоновані новели у Книзі шостій «Право сімейне» проєкту нового Цивільного кодексу України у контексті правового регулювання майнових відносин подружжя, оскільки саме цей інститут найкраще демонструє взаємозв'язок цивільного та сімейного права.

Перше, на що варто звернути увагу – це поява абсолютного нового розділу XV «Юридичні режими майна в сімейних відносинах». На відміну від чинного Сімейного кодексу України, проєкт нового ЦК України дає нормативне визначення юридичного режиму майна подружжя як системи норм, встановлених

законом або договором, що зумовлені укладенням шлюбу або його припиненням та регулюють майнові відносини подружжя між собою та з третіми особами.

Ще одним нововведенням є поняття базового режиму майна подружжя – системи норм, встановлених Книгою шостою проєкту щодо сімейного житла та речей домашнього вжитку, які не можуть бути змінені шлюбним договором.

З цього випливає інша новела, а саме поява таких понять як сімейне житло та речі домашнього вжитку. Відповідно до ч.1 статті 1582 проєкту нового ЦК України сімейним житлом є будинок, квартира чи інше житлове приміщення, яке подружжя використовує для спільного постійного проживання. За наявності у подружжя спільних дітей сімейним визнають житло, в якому постійно проживають діти з батьками або одним із батьків [2]. При цьому у ч.2-3 вищезазначеної статті встановлені спеціальні правила розпорядження сімейним житлом, а саме для вчинення відповідних правочинів необхідна згода обох із подружжя, а в окремих випадках щодо особистого житла одного з них питання вирішується органом опіки та піклування або судом. Ця новела не є однозначною, оскільки, з одного боку, може забезпечити посилений захист сімейного житла, а з іншого боку, такий підхід може порушувати право власника на вільне розпорядження своїм майном, що на думку деяких юристів та науковців є дискримінаційним.

Важливою новелою є законодавче закріплення регулювання корпоративних прав у статті 1587 проєкту нового ЦК України, яка встановлює презумпцію належності частки в статутному капіталі корпоративного товариства, набутої за час шлюбу, до спільного майна подружжя. При цьому, розмежовуються корпоративні права одного з подружжя як учасника товариства та майнові права іншого, які реалізуються через право на отримання половини дивідендів, частини вартості майна чи поділ частки у статутному капіталі. Загалом, зазначена норма не лише легалізує усталену судову практику, а й забезпечує баланс між майновими правами подружжя та принципом автономії юридичної особи.

У цьому контексті, варто згадати і про нормативне запровадження спеціального правового режиму для об’єктів незавершеного будівництва, точніше презумпції спільності майна подружжям щодо матеріалів, обладнання та інших ресурсів, набутих за час шлюбу та використаних для будівництва. Ця новела спрямована на усунення правової невизначеності та створення чіткого правового регулювання, оскільки доволі тривалий проміжок часу ця категорія об’єктів була причиною великої кількості спорів без належної правової регламентації.

Стаття 1586 проєкту нового ЦК України чітко визначає земельну ділянку одного з подружжя, набуту у порядку приватизації або безоплатної передачі особистою приватною власністю, навіть у разі зведення на ній спільного нерухомого майна. Водночас передбачена можливість судового визнання за другим із подружжя права на частку у земельній ділянці або присудження відповідної компенсації. Отже, проєкт нового ЦК України диференціює

правовий режим землі та розташованих на ній об'єктів нерухомості, що підвищує правову визначеність у відповідних категоріях справ.

Також варто зауважити, що змінений підхід до визначення доходів, плодів та продукції, що походять від особистого майна подружжя, набутих за час шлюбу, оскільки відповідно до статті 1588 проєкту нового ЦК України вони належать до спільного майна подружжя, на відміну від положень чинного Сімейного кодексу України, який визначає ці об'єкти особистою приватною власністю власника майна. Запропонований підхід ґрунтується на концепції, згідно з якою будь-який економічний результат, отриманий під час шлюбу, незалежно від джерела його походження розглядається як спільний здобуток, що підпадає під правовий режим спільної сумісної власності.

Важливим кроком стало впровадження у вітчизняному законодавстві системного регулювання боргових зобов'язань. Проєкт вперше пропонує чітке розмежування особистих та спільних боргів. Відповідно до статті 1592 проєкту нового ЦК України спільним борг визнається у разі, якщо грошові кошти взяті подружжям спільно, для побутових або повсякденних потреб сім'ї чи для утримання дітей або спільного майна. При цьому, у разі недоведення належності боргів до особистих, вони вважаються спільними. Крім того, стаття 1593 проєкту нового ЦК України конкретизує, що вважається особистими боргами кожного з подружжя. Зокрема, це борги, набуті до початку дії юридичного режиму спільності майна подружжя, чи за своєю природою є особистими (сплата аліментів, компенсація шкоди, завданої життю чи здоров'ю, тощо) або взяті без згоди другого з подружжя. Слід зазначити, що стаття 1594 проєкту нового ЦК України деталізує відповідальність подружжя за спільними та особистими боргами, забезпечуючи чітке розмежування механізмів стягнення. Такий підхід покликаний розмежувати внутрішні майнові відносини подружжя і відносини з кредитором та не допустити автоматичної заміни боржника, що є гарантією стабільності цивільного обороту та належного захисту інтересів як подружжя, так і третіх осіб.

Окремо варто виділили нововведення щодо стосуються припинення юридичного режиму спільності та поділу майна. Зокрема стаття 1600 проєкту нового ЦК України визначає підстави та момент припинення режиму спільності, зокрема у зв'язку зі смертю одного з подружжя, оголошення його померлим, розірвання шлюбу, визнання шлюбу недійсним, встановлення режиму окремого проживання або укладання договору про зміну майнового режиму. Натомість стаття 1602 проєкту нового ЦК України чітко встановлює механізм визначення обсягу та вартості спільного майна. Таке нововведення дозволяє більш точно визначити склад майна та запобігти маніпуляціям з його вартістю. Також новелою щодо поділу майна є можливість продажу майна з публічних торгів, якщо подружжя не може дійти згоди щодо поділу неподільних речей. Але такий підхід повинен застосовуватися лише у виключних випадках, оскільки може створювати ризик надмірного втручання у майнову автономію подружжя у

випадку неврахування судом всіх обставин конкретної справи, зокрема категорії «особливої цінності майна» (що також є новелою) для одного з подружжя.

Таким чином, проаналізувавши деякі запропоновані новели у проєкті нового Цивільного кодексу України (Кодексу права приватного), можна зробити висновок, що новели демонструють суттєве оновлення підходів до регулювання майнових відносин подружжя. У проєкті систематизовані чинні правила, частину положень судової практики перенесено на рівень прямого законодавчого регулювання, а низку нових конструкцій запропоновано для врегулювання проблем, які раніше не мали достатньо чіткого нормативного вирішення. Проте, деякі новели суттєво коригують усталений баланс майнових інтересів подружжя, у зв'язку з цим їх імплементація потребує виваженого підходу із забезпеченням балансу між правовою визначеністю, принципом автономії волі сторін, захистом інтересів сім'ї та правами третіх осіб.

Список використаних джерел

1. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.2003 р. № 435-IV ; станом на 05 серпня 2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text
2. Офіційна концепція оновлення Цивільного кодексу України: проблеми практичної реалізації : матеріали Всеукр. круглого столу (м. Одеса, 25 лютого 2021р.). Одеса : Фенікс, 2021. 65 с.
3. Харитонов Є. О. Сімейному кодексу України 20 років: здобутки і проблеми. Сучасний стан і перспективи розвитку сімейного права України в умовах адаптації до Європейського права : матер. ІІ Всеукр. кругл. столу (Одеса, 25 листоп. 2022 р.). Нац. ун-т «Одеська юрид. академія». Одеса, 2022. 116 с.
4. Кузнєцова Н. С. Оновлений Цивільний Кодекс України: візія для суспільства і правової системи. Нове українське право. 2026. Вип. 2. С. 43-51.
5. Зеленська І. В., Гресь Н. М. Рекодифікація цивільного законодавства. Юридичний науковий електронний журнал. 2024. № 10. С. 98-100.
6. Рекодифікація цивільного законодавства України в умовах євроінтеграційних процесів : монографія / Євген Олегович Харитонов, Олена Іванівна Харитонова, Неллі Юріївна Голубєва, Ірина Віталіївна Давидова, Володимир Михайлович Єрмоленко ; ред. Євген Олегович Харитонов, Олена Іванівна Харитонова. Київ : Норма права, 2020. 347 с.
7. Протягом листопада 2025 року на офіційному сайті Верховної Ради України опубліковано серію матеріалів, присвячених початку громадського обговорення проєктів книг Цивільного кодексу України. URL: https://www.rada.gov.ua/files/codex_knygy.html
8. Цивільний кодекс України : Проєкт від 09.04.2026 р. № 15150. URL: https://itd.rada.gov.ua/billinfo/Bills/pubFile/3405381
9. Ватрас В. А. Сучасні тенденції розвитку сімейного законодавства в Україні в світлі рекодифікації (оновлення) Цивільного кодексу України. Рекодифікація цивільного законодавства України: виклики часу : монографія / за заг. ред. Н. С. Кузнєцової. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 521-554.

10. Сімейний кодекс України : Закон України від 10.01.2002 р. № 2947-III ; станом на 05 серпня 2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2947-14#Text
11. Розвиток сімейного законодавства України в умовах оновлення (рекодифікації) цивільного законодавства України : збірник матеріалів Круглого столу (м. Київ, 4 червня 2024 р.). Одеса : Видавництво «Юридика», 2024. 123 с.

ВІКТИМОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ТОКСИЧНОГО ЛІДЕРСТВА В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ: ВПЛИВ НЕГАТИВНИХ ЕМОЦІЙ КЕРІВНИКА НА ВІКТИМІЗАЦІЮ КОЛЕКТИВУ

Марієнко Антон Олександрович
к.ю.н, доцент
Кафедра кримінального права та кримінології
Дніпровський державний університет внутрішніх справ, Україна

Анотація. У статті здійснено комплексний віктимологічний аналіз токсичного лідерства як фактора вторинної віктимізації підлеглих в умовах збройної агресії проти України. Обґрунтовано, що негативні емоції керівника (гнів, фрустрація, тривога, емоційне вигорання) функціонують як специфічна детермінанта підвищення індивідуальної та колективної віктимності через механізм емоційного контагіону. Досліджено трансформацію внутрішньоорганізаційних відносин у правоохоронних органах під впливом воєнного стану, наслідком якої стає зростання латентної віктимізації, поширення мобінгу та зниження рівня віктимологічної безпеки колективу. Проаналізовано адміністративно-правові та кримінально-правові механізми реагування на мобінг як форму психологічного насильства. Запропоновано систему віктимологічних заходів запобігання, що включає розвиток емоційного інтелекту керівників, впровадження моніторингу організаційної віктимізації та посилення психологічної захищеності особового складу. Результати дослідження спрямовані на удосконалення віктимологічної політики України в умовах збройної агресії та поствоєнного відновлення.

Ключові слова: віктимологічна безпека, вторинна віктимізація, токсичне лідерство, негативні емоції керівника, емоційний контагіон, мобінг, воєнний стан, віктимологічні заходи запобігання, емоційний інтелект, правоохоронні органи.

Введення. Збройна агресія Російської Федерації проти України кардинально змінила структуру віктимологічних ризиків. Поряд із зовнішніми джерелами віктимізації істотно активізувалися внутрішні, організаційні фактори, здатні продукувати вторинну віктимізацію. Одним із таких факторів є токсичне лідерство, за якого негативні емоції керівника систематично

транслюються на підлеглих і формують стійке середовище психологічного тиску. Працівники правоохоронних органів, які за своїм професійним призначенням мають захищати громадян, самі стають об'єктами вторинної віктимізації всередині власних колективів. Це створює своєрідний «віктимологічний парадокс»: суб'єкт захисту перетворюється на жертву ієрархічного насильства. Негативні емоції керівника - гнів, фрустрація, тривога, роздратування, емоційне виснаження - через механізм емоційного контагіону підвищують віктимність усього колективу. Особливої гостроти проблема набуває в умовах воєнного стану: частка керівників із ознаками емоційного вигорання сягає 25-30 %, а прояви посттравматичного стресового розладу зростають на 20-25 %. Актуальність дослідження зумовлена недостатньою розробленістю віктимологічного аспекту токсичного лідерства в українській науці.

Мета та задачі дослідження. Метою статті є визначення віктимологічних наслідків токсичного лідерства в умовах збройної агресії, розкриття механізмів впливу негативних емоцій керівника на віктимізацію колективу та обґрунтування системи віктимологічних заходів запобігання. Завданнями дослідження є: розкрити теоретичні засади токсичного лідерства як фактора віктимізації; проаналізувати вплив воєнного стану на емоційний стан керівників і віктимологічні ризики; дослідити мобінг як крайню форму віктимізації; визначити багаторівневі віктимологічні наслідки; запропонувати систему заходів запобігання на індивідуальному, організаційному та державно-політичному рівнях.

Результати дослідження і їх обговорення. Токсичне лідерство через механізм емоційного контагіону безпосередньо продукує віктимізацію всередині колективу. В ієрархічних структурах силових відомств нерівність статусів і жорстка субординація створюють сприятливі умови для поширення негативного емоційного фону. Підлеглий змушений постійно перебувати в полі впливу токсичного лідера, що формує стійке емоційне середовище підвищеної напруги та зростання індивідуальної віктимності.

Воєнний стан суттєво посилює ці процеси. Тривале оперативне навантаження, особисті втрати та постійна загроза життю призводять до хронічного емоційного перенапруження керівників. Виникає ефект подвійної віктимізації: зовнішньої (воєнної) та внутрішньої (організаційної). Підлеглий, який щодня стикається з зовнішньою небезпекою, втрачає внутрішні ресурси для опору психологічному тиску всередині підрозділу. У довгостроковій перспективі це призводить до формування колективної віктимності, коли психологічне насильство сприймається як «норма» організаційної культури.

Мобінг як крайня форма віктимізації передбачений ст. 173-5 Кодексу України про адміністративні правопорушення. У разі тяжких наслідків можлива кваліфікація за статтями Кримінального кодексу України (ст. 120, 121, 127). Висока латентність мобінгу (28-32 %) свідчить про недостатню ефективність існуючих механізмів захисту жертв у правоохоронних органах.

Віктимологічні наслідки мають багаторівневий характер. На індивідуальному рівні - зростання особистої віктимності, зниження самооцінки, емоційне виснаження, вторинна травматизація. На колективному рівні - формування колективної віктимності, зниження взаємної довіри, атмосфера страху. На інституційному рівні - погіршення віктимологічної безпеки підрозділу, зростання ризику девіантної поведінки, зниження оперативної ефективності. Виникає «віктимологічний парадокс»: суб'єкт захисту сам стає носієм підвищеної віктимності.

Система віктимологічних заходів запобігання має бути багаторівневою. На індивідуальному рівні - розвиток емоційного інтелекту керівників, регулярний психологічний скринінг, індивідуальний психологічний супровід. На організаційному рівні - захищені анонімні канали повідомлення, внутрішні протоколи реагування, включення критеріїв емоційної компетентності до системи атестації, тренінги з розпізнавання мобінгу. На рівні віктимологічної політики держави - удосконалення нормативного регулювання захисту викривачів, спеціалізовані програми психологічної підтримки, віктимологічний моніторинг у системі МВС, урахування міжнародного досвіду.

Висновки. Негативні емоції керівника в умовах збройної агресії функціонують як значущий фактор вторинної віктимізації підлеглих через механізм емоційного контагіону. Воєнний стан істотно посилює ці процеси через зростання емоційного вигорання та посттравматичних проявів серед керівного складу. Мобінг як крайня форма віктимізації потребує не лише адміністративно-правового та кримінально-правового реагування, а насамперед розвитку віктимологічних механізмів раннього виявлення та запобігання. Система віктимологічних заходів має включати розвиток емоційного інтелекту керівників, моніторинг організаційної віктимізації та посилення психологічної захищеності особового складу. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці емпіричних інструментів вимірювання рівня організаційної віктимізації, створенні віктимологічних профілів ризику для керівного складу та обґрунтуванні нормативних змін, спрямованих на інституціоналізацію віктимологічної безпеки колективів.

Список використаних джерел

1. Хавронюк М. І. Злочинність в Україні у 2019-2024 роках: рівень, структура, динаміка, прогнози. Вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право. 2025. № 46. С. 1-20.
2. Thomas M. Emotional Intelligence of Leaders and its Effect on Burnout in Police Leaders. 2018. URL: https://www.regent.edu/acad/global/publications/elj/vol11iss1/7ELJ-Thomas.pdf (дата звернення: 09.09.2026).
3. Ягунов Д. Стан, динаміка та структурні трансформації злочинності в Україні (січень - жовтень 2025 року). 2025. URL: https://www.yagunov.in.ua/2025-10m-ua/ (дата звернення: 09.09.2026).

4. Морщавка Є. Кримінологічна характеристика кримінальних правопорушень проти життя і здоров'я особи. 2025.
5. Коршунова Н. В. Поняття державної політики: теоретико-правове дослідження : дис. … канд. юрид. наук : 12.00.01. Київ, 2017. 240 с.
6. Іванова А. В. Антидискримінаційна політика України в аспекті демократичних перетворень. Актуальні проблеми політики. 2019. Вип. 63. С. 181-193.
7. Madera J. M. The effects of leader negative emotions on evaluations of leadership in a crisis situation: The role of anger and sadness. The Leadership Quarterly. 2009. Vol. 20, Iss. 2. P. 103-114. DOI: 10.1016/j.leaqua.2009.01.006.
8. Sorensen L. Emotional Intelligence and Toxic Leadership in Police Departments : dissertation. Walden University, 2023. URL: https://scholarworks.waldenu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=14129&context=dissertations (дата звернення: 09.09.2026).
9. Liu Y. The double-edged sword effects of differential leadership on deviant behavior. Frontiers in Psychology. 2022. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.9631585.
10. Сучасний тлумачний словник української мови: 60 000 слів / за заг. ред. В. В. Дубічинського. Харків : ВД «Школа», 2009. 832 с.
11. Політологічний словник / упоряд. М. М. Дзера. Львів, 2007. 80 с.
12. Про введення воєнного стану в Україні: Указ Президента України від 24 лют. 2022 р. № 64/2022. URL: https://www.president.gov.ua/documents/642022-41397 (дата звернення: 09.09.2026).
13. Статистика Офісу Генерального прокурора України. 2025. URL: https://gp.gov.ua/ua/posts/statistika (дата звернення: 09.09.2026).

THE ESSENCE OF FINANCE: ECONOMIC FUNCTIONS, LEGAL FRAMEWORK FOR THE FORMATION AND UTILISATION OF FUNDS

Sakaly Mykola
PhD in Law, Senior Lecturer
of the Department of Law and Social Work of the Izmail
State University of the Humanities, barrister

This article examines the fundamental economic and legal nature of finance as a core category of a market economy. The essence of finance emerges through the prism of distributive and redistributive relations that arise in the formation, allocation, and use of monetary income and funds. This work analyses the key economic functions of finance, as well as the role of the regulatory framework in governing financial relations at both macro- and micro-levels. Particular attention is devoted to the mechanisms of legislative consolidation governing the processes of accumulation and expenditure of public and private financial resources.

At the current stage of societal development, finance serves as one of the most critical instruments for state regulation of the economy, ensuring social stability, and stimulating business entities. Economic transformation, global challenges, and the need to ensure state financial security demand a deeper understanding of the theoretical and methodological foundations underlying the financial system.

The topic's relevance stems from the fact that the operational efficiency of any economic system depends directly on a clear understanding of the economic essence of finance, the effective execution of its functions, and the reliability and transparency of the legal environment governing cash flows. Without an adequate legal foundation, the formation and use of financial resources become chaotic, leading to the expansion of the shadow economy, reduced investment attractiveness, and destabilisation of the budgetary system.

The economic essence of finance lies in the following. The term “finance” originates from the Latin financia, which initially denoted a monetary payment or the settlement of a monetary obligation. Unlike ordinary money, which functions as a general equivalent of value, finance constitutes a more complex socio-economic category. Finance is a system of economic relations that arises in the process of forming, distributing, redistributing, and using centralised and decentralised funds of monetary resources to support the tasks and functions of the state, local self-government, and economic entities.

The primary prerequisite for the emergence of finance is the existence of commodity-money relations and the state as an entity that requires resources to carry out its functions (defence, law enforcement, social protection, and administration).

The essential characteristics of finance encompass the following aspects:

- Monetary nature: financial relations are invariably expressed in monetary form.
- Distributive nature: the movement of monetary funds reflects a change in the owner or manager of a portion of the created Gross Domestic Product (GDP).
- Fund-based nature: finance materialises as specialised monetary funds (budgets at various levels, pension and insurance funds, authorised capital of enterprises) or cash flows.
- Imperative or contractual regulation: the movement of funds is governed by legal norms or contractual agreements.

The essence of finance is best understood through its functions, which reflect the societal purpose of this category. In financial science, two basic (primary) functions are distinguished, along with several derivative functions.

The distributive function serves as the foundation of financial operations. It consists of providing economic entities and the state with the financial resources needed through the distribution and redistribution of produced GDP.

The distribution process involves several stages:

1. Primary distribution: occurs within the spheres of material and non-material production, where primary incomes are formed (wages, corporate profits, interest, rent).

2. Secondary distribution (redistribution): carried out predominantly through the budgetary system and extra-budgetary funds via taxes, duties, customs tariffs, and state credit. At this stage, funds are allocated for public health, education, science, social protection, and public administration.

A control function also characterises finance. The control function stems from its distributive nature. It consists of finance's ability to signal how GDP distribution proportions are forming, whether monetary resources are used efficiently, and whether financial discipline requirements are met.

Control is exercised at all stages of financial resource flows: from tax payments to the targeted expenditure of budget funds or corporate profits. The control function is grounded in transparency and accurate accounting of monetary flows.

Subsequent finance functions include stimulating and regulatory functions.

By using tax incentives, subsidies, grants, customs tariffs, and tax rate adjustments, the state can stimulate the development of specific economic sectors, encourage investment in high-tech industries, or curb the consumption of certain goods.

At the same time, finance cannot exist outside a legal framework. Financial and legal norms transform economic relations into financial-legal relations, giving them a mandatory, structured character.

The legal framework of financial relations comprises all legislative and regulatory acts governing the accumulation, distribution, and use of monetary resources.

In Ukraine, the foundation of financial legislation consists of:

- The Constitution of Ukraine: establishes the fundamental principles of the financial and budgetary system, and exclusively reserves to statutory law the determination of the state budget, tax system, and monetary unit.
- The Budget Code of Ukraine: regulates relations arising during the drafting, consideration, approval, execution of budgets, and control over their execution.
- The Tax Code of Ukraine: establishes an exhaustive list of taxes and fees, the procedures for their administration, and the rights and duties of taxpayers.
- Laws of Ukraine and regulatory acts of the National Bank of Ukraine: regulate banking activities, monetary policy, foreign exchange control, and capital market operations.

The legal mechanism for the formation and utilisation of monetary funds operates at two primary levels:

- a) Public finance (state and local budgets):
- Formation: carried out on imperative principles. Legislation strictly requires legal entities and individuals to pay taxes and fees.
- Utilisation: governed by the principle of targeted allocation. Budgetary spending units are entitled to expend resources strictly within approved budget allocations and budget program passports.
- b) Private finance (corporate and household finance): regulated through a combination of permissive (dispositive) and mandatory (imperative) methods. The state sets the rules of the game (tax burden, accounting standards, dividend payment

regulations), while leaving economic entities the discretion to allocate net profit, make investments, and form reserve funds.

Enforcing the legal framework is impossible without liability for violations of financial legislation. State authorities (the State Audit Service of Ukraine, the Accounting Chamber, and the State Tax Service) carry out law enforcement and control activities to prevent misallocation, inefficient expenditure, tax evasion, and corrupt practices.

Thus, finance is a fundamental economic category that expresses a system of distributive and redistributive monetary relations necessary for the functioning of the state and economic entities. Through its distributive and control functions, finance aligns societal needs with actual economic capacity.

The legal framework is an indispensable structural basis for financial relations. A clear legislative framework for forming and using monetary funds ensures financial stability, protects taxpayer rights, and supports the targeted allocation of public resources. Modernising the financial system's regulatory framework remains a priority to improve the national economy's efficiency amid contemporary challenges.

References

1. Constitution of Ukraine (1996). Law of Ukraine No. 254k/96-VR, June 28, 1996. Verkhovna Rada of Ukraine.
2. Budget Code of Ukraine (2010). Law of Ukraine No. 2456-VI, July 8, 2010. Verkhovna Rada of Ukraine.
3. Tax Code of Ukraine (2010). Law of Ukraine No. 2755-VI, December 2, 2010. Verkhovna Rada of Ukraine.
4. Bazylevych, V. D., & Balastryk, L. O. (2009). Public Finance [Derzhavni finansy] (2nd ed.). Atika.
5. Bodhanya, S., & Brijlal, P. (2018). The role of financial regulatory frameworks in economic development. Journal of Economic and Financial Sciences, 11(1), 1–10.
6. Musgrave, R. A., & Musgrave, P. B. (1989). Public Finance in Theory and Practice (5th ed.). McGraw-Hill.
7. Oparin, V. M. (2008). Finance (General Theory) [Finansy (Zahalna teoriia)] (2nd ed.). Kyiv National Economic University (KNEU).
8. Stiglitz, J. E., & Rosengard, J. K. (2015). Economics of the Public Sector (4th ed.). W. W. Norton & Company.
9. Yurii, S. I., & Fedosov, V. M. (Eds.). (2012). Finance: Textbook [Finansy: Pidruchnyk] (2nd ed.). Znannya.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.005.136-140

МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ ТА ЗНОСУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ТЕРМІНАЛІВ СУПУТНИКОВОГО ІНТЕРНЕТУ (ТИПУ STARLINK МОДИФІКАЦІЙ V3 ТА V4) БЕЗ РОЗБИРАННЯ

Сирота Олександр
завідувач відділу
Відділ товарознавчих та гемологічних досліджень
Миколаївський науково-дослідний експертно-криміналістичний
центр МВС України, Україна

Анотація: У статті розроблено та науково обґрунтовано комплексну методику товарознавчої експертизи абонентського обладнання супутникового зв'язку Starlink (модифікацій V3 та V4) з використанням виключно методів неруйнівного контролю. Систематизовано та деталізовано до десятих часток шкалу коефіцієнтів інтенсивності та дефектності на основі органолептичних маркерів фізичного зносу, деструкції матеріалів антени та кабельних інтерфейсів в умовах ненормованого атмосферного навантаження. Запропоновано логіко-ступеневу модель розрахунку інтегрального зносу та коригування вартості обладнання без розбирання його корпусу, що дозволяє зберегти гарантійні пломб та герметичність пристрою.

Ключові слова: товарознавча експертиза, ринкова вартість, кумулятивний знос, Starlink V3, Starlink V4, неруйнівний контроль, судова експертиза, супутниковий інтернет, коефіцієнт інтенсивності, коефіцієнт дефектності.

Вступ. Забезпечення стабільного супутникового зв'язку в сучасних умовах в Україні перейшло з категорії допоміжної інфраструктури до базового чинника критичної життєдіяльності та макроекономічної стабільності. Головним інструментом побудови енергонезалежного інформаційного простору стали користувацькі термінали супутникового інтернету Starlink від компанії SpaceX. На сьогодні в експлуатаційному полі наймасовішими є модифікації третього (V3 — Standard Actuated) та четвертого (V4 — Standard) поколінь.

У судово-експертній товарознавчій практиці лавиноподібно зростає кількість проваджень, пов'язаних із визначенням ринкової вартості, оцінкою технічного зносу, а також розрахунком матеріальних збитків після пошкодження або розкрадання зазначеного майна. Проте специфіка даного обладнання (висока інтеграція електронних компонентів, імпульсний характер живлення, жорстка залежність ціни від стану вбудованого ПЗ) унеможливлює використання класичних методик оцінки побутової електроніки. Це обумовлює необхідність створення профільного методологічного забезпечення.

Необхідність написання цієї статті викликана критичним методологічним вакуумом і суворими процесуальними обмеженнями, які накладаються на

експерта-товарознавця. Головна вимога до товарознавчого дослідження складних засобів зв'язку — заборона на розбирання корпусу, демонтаж внутрішніх вузлів або порушення цілісності заводських гарантійних пломб [1]. Заводська конструкція терміналів Starlink (особливо супутникового дзеркала антени фазованої решітки) є монолітною та герметичною (клас захисту IP67). Будь-яке розбирання оболонки експертом-товарознавцем призведе до незворотної втрати вологозахисту, анулювання гарантії виробника і переведе дослідження в розряд інженерно-технічної експертизи.

Крім того, загальний ринковий фон та рівень державних соціальних стандартів в Україні безпосередньо впливають на динаміку цін вживаної техніки на вторинному ринку, де точність товарознавчого дисконту визначає майнову правомірність судових рішень [2]. Чинні ж методичні рекомендації не мають розрахункових коефіцієнтів для супутникових антен. Дана стаття покликана закрити цей вакуум, наділивши судових експертів інструментом неруйнівної оцінки.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка та обґрунтування чіткої експертної методики встановлення ринкової вартості та відсоткового зносу терміналів Starlink V3 та V4 без порушення цілісності їхніх корпусів.

Для досягнення мети визначено такі завдання:

1. Систематизувати якісні зовнішні маркери термічного та атмосферного зносу антен і роутерів Starlink V3 / V4.

2. Розробити математичну модель розрахунку інтегрального кумулятивного зносу з деталізацією коефіцієнтів коригування технічного стану до десятих часток.

3. Продемонструвати верифікованість методики на практичних розрахункових прикладах.

Результати дослідження та їх обговорення.

1. Зовнішні маркери зносу та деградації без розбирання пристрою.

Встановлено, що тривала робота терміналів в умовах ненормованого атмосферного навантаження (ультрафіолетове випромінювання, різкі перепади температур, робота вбудованого обігрівача снігу) залишає чіткі зовнішні сліди на корпусі [1]:

- Деградація покриття фазованої решітки антени. Тривалий нагрів та УФ-промені викликають пожовтіння білого пластику лицьової панелі. Поява мікротріщин або ефекту «лущення» захисного шару свідчить про високий ступінь зносу радіопрозорого полімеру, що знижує проникність сигналу.
- Стан інтерфейсних роз'ємів. На відміну від Starlink V3 (де використовується специфічний пропрієтарний водонепроникний кабель), модифікація V4 Standard оснащена класичними роз'ємами RJ45 із захисною заглушкою. Оплавлення пластику навколо порту живлення, наявність оксидів (зеленого чи бурого нальоту) на контактах свідчать про критичні струмові перевантаження або потрапляння вологи.

- Механічні люфти редуктора (для V3). Модифікація V3 Standard Actuated має вбудований сервопривод для позиціонування. Наявність вільного ходу (люфту) штанги понад 3–5 градусів свідчить про фізичне зношування пластикових шестерень редуктора внаслідок опору вітру. У модифікації V4 редуктор відсутній.

2. Математична модель розрахунку кумулятивного зносу.

Інтегральний знос $I_{заг}$ розраховується за кумулятивним принципом, де моральне застарівання поєднується з фізичними дефектами:

$$I_{заг} = I_{мор} + I_{фіз} \times (1 - \frac{I_{мор}}{100})$$

Моральний знос ($I_{мор}$): Базовий ($I_{мор}$) для застарілої та знятої з виробництва модифікації V3 приймається як 35%, для актуального покоління V4 — 15%.

Фізичний знос ($I_{фіз}$): Розраховується за формулою:

$I_{фіз} = I_{баз} \times K1 \times K2$

де $I_{баз}$ — 15% за кожен рік фактичного використання.

2.1. Деталізована шкала коефіцієнта інтенсивності експлуатації (K_1):

- $K1 = 1,0$ — Стаціонарне базове використання. Встановлено нерухомо на заводському кронштейні. Живлення від стабільної побутової електромережі 220V або через інвертор із чистою синусоїдою (онлайн-UPS).

- $K1 = 1,1$ — Стаціонарне використання з помірним кліматичним навантаженням. Робота в регіонах із частими шквальними вітрами або затяжними зимами (автоматичний обігрів Snow Melt Mode понад 12 годин на добу).

- $K1 = 1,2$ — Стаціонарне використання у промислових/запилених зонах. Експлуатація поблизу будівництв чи кар'єрів. Забруднення радіопрозорого шару пилом підвищує термічне навантаження на решітку.

- $K1 = 1,3$ — Періодичне мобільне використання (Польові умови). Обладнання регулярно демонтується, перевозиться у цивільному транспорті. Живлення від дизельних генераторів без інверторного блоку (ризик мікрострибків частоти струму) [1].

- $K1 = 1,4$ — Постійне мобільне використання на рухомих об'єктах. Фіксація на транспортних засобах, що рухаються. Постійна зміна кута нахилу та вітровий опір створюють підвищений тиск на площину.

- $K1 = 1,5$ — Екстремальний (тактичний/військовий) режим експлуатації. Цілодобова робота під відкритим небом у зоні активного впливу засобів РЕБ (робота передавача на максимальній імпульсній потужності). Живлення через кастомні POE-інжектори із порушенням штатних амперних режимів.

2.2. Деталізована шкала коефіцієнта технічного стану за дефектами (K_2):

- $K2 = 1,0$ — Ідеальний (еталонний) стан. Корпус та лицьова панель антени не мають дефектів. Пластик чистого білого кольору без ознак деградації від ультрафіолету. Порти чисті.

- $K2 = 1,1$ — Початкові ознаки зносу. Поодинокі поверхневі мікроподряпини на задній пластиковій кришці, які не впливають на герметичність швів. Ледь помітне потьмяніння лицьової панелі.

- K_2 = 1,2 — Помірний експлуатаційний знос. Легке рівномірне пожовтіння радіопрозорого шару антени. Подряпини на опорній підставці. Кабель має незначні потертості зовнішнього ПВХ-обплетення без оголення екрана.

- K_2 = 1,3 — Виражений термічний/атмосферний знос. Чітке локальне пожовтіння або бурі плями в місцях розташування внутрішніх мікросхем (слід тривалого перегріву). Для V3 — поява люфту штанги редуктора в межах 1–3 градусів.

- K_2 = 1,4 — Передкритичний стан приладу. Поява дрібних тріщин на пластику корпусу, поодинокі здуття або мікротріщини лицьового шару. Внутрішні логи фіксують помилки лінії зв'язку (Cable ping drop). Наявність початкових слідів окислення в портах.

- K_2 = 1,5 — Критичний (аварійний) стан. Глибокі наскрізні тріщини корпусу, що порушують водонепроникність (IP67). Оплавлення пластику навколо порту живлення, сильний нагар на контактах, явна деформація геометрії дзеркала антени від механічних ударів. Подальша експлуатація неможлива без ремонту.

ПРАКТИЧНІ ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ

Приклад 1. Термінал Starlink V3 Standard Actuated (Б/У, мобільний режим).

Дані огляду: Модифікація V3. Вік — 2 роки. Експлуатувався у польових умовах із частими перевезеннями та живленням від звичайного генератора (K_1 = 1,3). Пластик антени помітно пожовтів, присутній люфт редуктора штанги (K_2 = 1,3).

Розрахунок:

1. $I_{мор}$ для модифікації V3 = 35%.

2. $I_{баз}$ = 2×15% = 30%). Фізичний знос: $I_{физ}$ = 30%×1,3×1,3 = 50,7%.

3. Загальний кумулятивний знос:

$I_{заг}$=35+50,7×(1-35÷100)=35+50,7×0,65=35+32,955=67,955%

Висновок: Загальний знос становить 68,0% (округлено до десятих).

Приклад 2. Термінал Starlink V4 Standard (Помірний стаціонарний знос).

Дані огляду: Модифікація V4. Вік — 1 рік. Стаціонарне використання на даху будівлі у шквальній прибережній зоні (K_1 = 1,1). Наявне легке рівномірне пожовтіння радіопрозорого шару, кабель цілий (K_2 = 1,2).

Розрахунок:

1. $I_{мор}$ для актуальної версії V4 = 15%.

2. $I_{баз}$ = 1×15% = 15%. Фізичний знос: $I_{физ}$ = 15%×1,1×1,2 = 19,8%.

3. Загальний кумулятивний знос:

$I_{заг}$ =15+19,8×(1-15÷100)=15+19,8×0,85=15+16,83=31,83%

Висновок: Загальний знос становить 31,8%.

Висновки. Доведено, що встановлення ринкової вартості та відсоткового зносу абонентських терміналів супутникового зв'язку Starlink V3 та V4 може ефективно проводитися товарознавцем без розбирання корпусу, базуючись на аналізі колористичних змін пластику антени, люфту редукторів та стану портів інтерфейсу.

Впровадження деталізованої шкали коефіцієнтів інтенсивності (K1) та дефектності (K2) мінімізує суб'єктивізм оцінки та забезпечує математичну точність і верифікованість результатів неруйнівного контролю.

Запропонована методика повністю відповідає правовим рамкам судової експертизи в Україні, дозволяє зберегти герметичність приладів і може безпосередньо використовуватися експертами при підготовці висновків [2].

Список використаних джерел

1. Сирота О. Оцінка вартості систем збереження енергії (домашніх інверторів та акумуляторів) після тривалих циклів ненормованого навантаження. Modern Perspectives on Global Scientific Solutions : Collection of Scientific Papers of the 9th International Scientific and Practical Conference (Bergen, August 24–26, 2026). Bergen : European Open Science Space, 2026. № 102. С. 136–140.
2. Романькова О. М. Мінімальна заробітна плата як базовий соціальний стандарт: аналіз трансформацій та фіскального впливу в Україні. Modern Perspectives on Global Scientific Solutions : Collection of Scientific Papers of the 9th International Scientific and Practical Conference (Bergen, August 24–26, 2026). Bergen : European Open Science Space, 2026. № 102. С. 10–13.

УДК 343.72

ПРОБЛЕМИ КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ ШАХРАЙСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ DEEPFAKE-ТЕХНОЛОГІЙ

Глущак Назар
курсант 3 курсу ННІ № 4
Горбенко Анна
курсант 3 курсу ННІ № 4
Гриськов Дмитро
курсант 3 курсу ННІ № 4
Колочавин Мирослав
курсант 3 курсу ННІ № 4
Харківський національний університет внутрішніх справ
Україна

Розвиток генеративного штучного інтелекту зробив загальнодоступними інструменти синтезу реалістичного зображення, відео та голосу людини. Ще у 2021 р. К. В. Юртаєва прогнозувала розширення використання технології deepfake у злочинній діяльності [1], і нині цей прогноз справджується: ця технологія дедалі частіше стає знаряддям заволодіння чужим майном. Зловмисники імітують голос родича, який нібито потрапив у біду, створюють

відеозвернення керівника з вимогою термінового переказу коштів або «рекламу» інвестиційних платформ від імені відомих осіб. За даними, наведеними в обґрунтування законопроєкту № 15379, у 2025 р. за ст. 190 Кримінального кодексу (КК) України було зареєстровано 48 871 кримінальне провадження, що більш ніж удвічі перевищує показник 2021 р., а збитки від шахрайства з платіжними картками, за інформацією Національного банку України, зросли до 1,4 млрд грн [2]. Водночас КК України не містить спеціальних норм про відповідальність за створення та поширення згенерованих штучним інтелектом об'єктів із використанням голосу чи зовнішності особи без її згоди [3], тому такі діяння кваліфікують за ст. 190 КК [4]. Це породжує низку проблем.

Насамперед слід з'ясувати, чи охоплюється deepfake поняттям «обман». Відповідно до п. 17 постанови Пленуму Верховного Суду України від 06.11.2009 № 10, обман полягає в повідомленні потерпілому неправдивих відомостей або приховуванні певних обставин, а обов'язковою ознакою шахрайства є добровільна передача потерпілим майна чи права на нього [5]. Синтетичне відео чи клонований голос є лише формою повідомлення неправдивих відомостей, причому особливо переконливою: потерпілого вводять в оману не тільки щодо змісту інформації, а й щодо особи, від якої вона надходить. Таким чином, deepfake-шахрайство охоплюється основним складом ст. 190 КК, і головна складність полягає не в прогалині, а у виборі кваліфікуючих ознак.

Найбільше запитань викликає ознака «шляхом незаконних операцій з використанням електронно-обчислювальної техніки» (ЕОТ), передбачена нині ч. 4 ст. 190 КК (у редакції Закону України від 13.07.2023 № 3233-IX; раніше — ч. 3) [4; 6]. Оскільки deepfake неможливо створити без комп'ютера, виникає спокуса автоматично застосовувати цю ознаку. Проте Касаційний кримінальний суд у складі Верховного Суду в постанові від 04.07.2024 у справі № 752/8994/22 (щодо ч. 3 ст. 190 КК у попередній редакції) наголосив, що ця ознака наявна лише тоді, коли спрямовані на заволодіння майном операції, в основі яких лежить обман, неможливо здійснити без ЕОТ; використання мобільного телефона лише для спілкування з потерпілою та отримання від неї добровільних переказів таку ознаку не утворює [7]. Р. А. Усманов пов'язує незаконні операції з ЕОТ з «опосередкованим обманом» банку або платіжної системи через неправомірні платіжні запити [8], а безпосереднім об'єктом такого шахрайства вважає відносини власності, опосередковані банківськими рахунками та електронними платіжними системами [9]. Тож deepfake, адресований людині, є засобом її обману, а не «операцією» з ЕОТ у зазначеному сенсі. Якщо потерпілий, повіривши «голосу родича», сам переказує кошти, застосування ч. 4 ст. 190 КК за цією ознакою є сумнівним, і діяння кваліфікують лише з урахуванням інших ознак (повторності, розміру шкоди тощо). Виникає парадокс: спосіб, який істотно підвищує суспільну небезпечність шахрайства, у кваліфікації не відображається.

Невирішеним у судовій практиці залишається й питання, чи може технічна система бути об'єктом обману. Третя судова палата Касаційного кримінального

суду у справі № 712/6681/23 розцінила введення в оману автоматизованих банківських систем за допомогою викрадених даних як шахрайство, тоді як Перша судова палата, розглядаючи зняття коштів за допомогою дубліката платіжної картки (справа № 755/8937/21), схиляється до їх кваліфікації як крадіжки і передала справу на розгляд об'єднаної палати [10]. Для deepfake це питання має практичне значення: якщо синтезоване обличчя чи голос використовують для проходження біометричної верифікації в банку, обманюють уже не людину, а автоматизовану систему, і саме в такому разі ознака незаконних операцій з ЕОТ є цілком доречною.

Окремої уваги потребують питання сукупності та розмежування. Якщо для створення чи поширення deepfake зловмисник отримав несанкціонований доступ до акаунта потерпілого (наприклад, зламав месенджер, щоб зібрати зразки голосу або розсилати повідомлення від його імені), вчинене може потребувати додаткової кваліфікації за ст. 361 КК за наявності передбачених нею наслідків. Дискусійним залишається питання, чи належать зображення та голос людини до конфіденційної інформації про особу в розумінні ст. 182 КК, що впливає на можливість сукупності з порушенням недоторканності приватного життя. Від шахрайства слід відмежовувати випадки, коли згенеровані компрометувальні матеріали використовують для погрози їх поширенням з вимогою передати майно: тут майно передається під впливом погрози, а не обману, тому діяння, як правило, слід кваліфікувати як вимагання (ст. 189 КК). Водночас потребує оцінки, чи охоплюються сфабриковані матеріали поняттям «відомості, які потерпілий бажає зберегти в таємниці».

Спробу розв'язати ці проблеми на рівні закону містить законопроєкт № 15379, зареєстрований у липні 2026 р. Його автори пропонують замінити в ч. 4 ст. 190 КК ознаку використання ЕОТ формулюванням «шляхом незаконних операцій із використанням інформаційно-комунікаційних систем або систем штучного інтелекту» і закріпити визначення систем штучного інтелекту [2]. Ініціатива загалом слушна, проте збереження слова «операції» може відтворити проблему, окреслену Верховним Судом: суди знову з'ясовуватимуть, чи здійснювалася саме «операція» за допомогою штучного інтелекту, чи його лише використали для створення засобу обману. Крім того, термінологію доцільно узгодити з Регламентом (ЄС) 2024/1689 (AI Act), п. 1 і п. 60 ст. 3 якого визначають відповідно «систему штучного інтелекту» та «діпфейк» (deep fake) [11]. Таке узгодження відповідало б євроінтеграційному курсу України.

Вважаємо, що кваліфікуючу ознаку доцільно формулювати через спосіб обману, а не через «операції», наприклад: «вчинене з використанням штучно згенерованих або змінених зображень, відео- чи аудіоматеріалів, що імітують зовнішність, голос або інші ознаки особи». До внесення таких змін корисним було б узагальнення судової практики щодо співвідношення deepfake з ознакою використання ЕОТ і відповідні роз'яснення Пленуму Верховного Суду. Не менш важливою є розробка методик експертного дослідження синтетичних

медіаматеріалів, адже без підтвердження їх штучного походження кваліфікуючу ознаку не буде доведено [12].

Отже, deepfake-шахрайство вже охоплюється ст. 190 КК України, але чинна конструкція кваліфікуючих ознак не враховує підвищеної небезпечності цього способу. Удосконалення законодавства має ґрунтуватися на чіткому розмежуванні засобу обману та операцій з ЕОТ, а також на узгодженні національної термінології з правом ЄС.

Список використаних джерел

1. Юртаєва К. В. Кримінологічний аналіз використання технології Deepfake: коли фейк стає злочином. Вісник Кримінологічної асоціації України. 2021. № 1 (24). С. 31–42.
2. Дипфейки та підроблений голос за допомогою ШІ хочуть офіційно визнати способом шахрайства. Судово-юридична газета. URL: https://sud.ua/uk/news/laws/365605-dipfeyki-ta-pidrobleniy-golos-za-dopomogoyu-shi-khochut-ofitsiyno-viznati-sposobom-shakhraystva (дата звернення: 12.09.2026).
3. Петрик В. В. Електронні об’єкти, згенеровані штучним інтелектом як докази у кримінальному провадженні: проблеми правового регулювання в Україні та зарубіжний досвід. Юридичний науковий електронний журнал. 2026. № 4. С. 217–222. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0374/2026-4/46.
4. Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.2001 № 2341-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14 (дата звернення: 13.09.2026).
5. Про судову практику у справах про злочини проти власності : постанова Пленуму Верховного Суду України від 06.11.2009 № 10. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0010700-09 (дата звернення: 13.09.2026).
6. Про внесення змін до Кримінального та Кримінального процесуального кодексів України щодо усунення суперечностей у караності кримінальних правопорушень : Закон України від 13.07.2023 № 3233-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3233-IX (дата звернення: 17.09.2026).
7. Постанова Касаційного кримінального суду у складі Верховного Суду від 04.07.2024 у справі № 752/8994/22. Єдиний державний реєстр судових рішень. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/120244099 (дата звернення: 15.09.2026).
8. Усманов Р. А. Деякі питання об’єктивної сторони шахрайства, вчиненого шляхом незаконних операцій з використанням ЕОТ. Правничий часопис Донецького національного університету імені Василя Стуса. 2024. № 1. С. 223–229. DOI: https://doi.org/10.31558/2786-5835.2024.1.22.
9. Усманов Р. А. Об’єкт шахрайства, вчиненого шляхом незаконних операцій з використанням електронно-обчислювальної техніки. Юридичний науковий електронний журнал. 2024. № 4. С. 569–574. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-4/136.
10. Верховний Суд перегляне підхід до викрадення грошей через банкомати та платіжні картки. Судово-юридична газета. URL: https://sud.ua/uk/news/publication/366437-verkhovnyi-sud-perehliane-pidkhid-do-

vykradennia-hroshei-cherez-bankomaty-ta-platizhni-kartky (дата звернення: 16.09.2026).
11. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). Official Journal of the European Union. 2024. L 2024/1689, 12.07.2024. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj (дата звернення: 17.09.2026).
12. Валін М. О., Нікітін В. В. Deepfake як доказ у кримінальному процесі: стандарти перевірки автентичності та допустимості. Інформація і право. 2026. № 2 (57). DOI: https://doi.org/10.37750/2616-6798.2026.2(57).364542.

Section: Management, Public Administration and Administration

IMPROVING MECHANISMS OF COOPERATION AMONG TERRITORIAL COMMUNITIES UNDER DECENTRALIZATION AND MARTIAL LAW

Malakhova Tetiana
Doctor of Sciences in Public Administration, Professor
Department of Public Management, Administration and Social Work
Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. The paper examines how a joint service passport can connect cooperation agreements with operational decisions in Ukrainian territorial communities. It proposes a structured annex specifying service needs, responsibilities, financing, monitoring indicators and arrangements for disruption. Particular attention is paid to population displacement, infrastructure loss and interrupted external funding. Cooperation concerning veteran support illustrates how documented partnership characteristics can inform the passport. The proposed instrument supports the preparation and revision of agreements while preserving the decision-making powers of the participating authorities.

Keywords. public administration; territorial communities; intermunicipal cooperation; decentralization; martial law; service continuity; institutional capacity; financial sustainability.

Introduction. Decentralization expands local responsibilities, while wartime disruption can rapidly change the resources available to fulfil them. A community may lose a service facility as a neighbouring community receives displaced residents and faces additional demand. Cooperation offers a way to combine resources, but an agreement alone does not specify every decision needed when operating conditions deteriorate. The public governance challenge is to connect the initial choice of partnership with the distribution of obligations and a workable procedure for revising them.

Ukraine's Law on Cooperation of Territorial Communities provides the legal framework for joint action [1]. Collaborative governance research highlights the importance of institutional rules and trust [2, pp. 549–551], while evidence on intermunicipal cooperation cautions against assuming that every partnership produces savings [3, p. 52]. The distinction between effectiveness as goal attainment and efficiency as the relationship between results and resources provides an additional basis for assessing cooperation [4, pp. 136–137].

Aim and methods. The paper aims to specify a joint service passport as a public administration instrument for adapting intermunicipal cooperation to wartime conditions. Its objectives are to define the passport's content, explain how service costs

can be allocated and connect monitoring findings with decisions on contractual revision. Legal analysis, conceptual modelling and documentary examination of a partnership are used to translate the broader cooperation model into an operational specification.

Results and discussion. The proposed approach begins with an admissibility assessment. Participating authorities should verify their powers, the legality of the proposed arrangement and agreed conditions of service accessibility and safety. Only alternatives meeting these conditions should be compared by total cost, coverage and continuity. This sequence prevents expected savings from outweighing requirements that determine whether a service can be provided at all. Where no alternative is admissible, the partners should reconsider the provider, delivery method or resource base.

A joint service passport is proposed as an annex to the cooperation agreement. It contains seven linked blocks: service scope and documented need; performance indicators; allocation of responsibilities; financial arrangements; monitoring and control; responses to disruption; and rules for revising the agreement. Together, these blocks specify who receives the service, who provides it, which resources are committed and what happens when delivery departs from agreed conditions. The passport does not transfer statutory decision-making powers to the coordinator.

Indicators should distinguish service results from resource use. Coverage, waiting time, travel time and interruption duration describe access and continuity. Costs per comparable unit of service describe resource requirements. Baseline values, targets and response thresholds should be agreed for each participating community because aggregate figures can conceal deteriorating access in smaller settlements. Each indicator requires a data source, reporting frequency and a responsible official. A threshold becomes useful when its breach is linked to a defined decision and review deadline.

The financial mechanism separates readiness costs from actual delivery costs. Readiness covers the agreed capacity that must remain available even when demand fluctuates. Variable costs follow verified service volumes and case complexity. Contributions should therefore reflect both reserved capacity and actual use. Expenditure already covered by a targeted transfer or donor support must be excluded from the amount redistributed among partners. The calculation and any revision of contributions must be consistent with the relevant budget decisions and interbudgetary arrangements [5, Articles 93 and 101].

Wartime displacement requires a separate adjustment rule. If community A loses its infrastructure and community B serves displaced residents, the first step is to establish actual service demand without counting recipients twice. Their previous residence should not automatically determine which budget bears the additional cost. After confirmed targeted funding is accounted for, partners should agree contributions within their available resources and specify any temporary support by amount, source, duration and review date. An uncovered funding need should be recorded for consideration under relevant support programmes. Reconstruction expenditure should be planned separately from the cost of maintaining current services.

Funding uncertainty also affects continuity. An unconfirmed grant should not be treated as guaranteed income. Partners should identify a minimum service level, a financing reserve expressed in days of operation and a procedure for reviewing commitments if revenue falls or a grant is delayed. Reserve delivery arrangements require a check for shared vulnerabilities: two facilities connected to the same energy infrastructure may fail simultaneously. Staff substitution, alternative routes and backup records should therefore form part of the agreed response.

Monitoring should lead to differentiated decisions. Failure to meet an obligation under otherwise unchanged conditions calls for corrective action and verification. A change in demand, funding or available capacity calls for reconsideration of workloads and contributions. Loss of a legal, safety or accessibility condition calls for reassessment of the delivery arrangement. The passport should identify who confirms the event, which temporary measure applies and which authorised body decides on contractual changes.

The decision approving cooperation between the Snihurivka and Horokhiv communities in Mykolaiv Oblast concerns extending veteran support provided by a specialist of the Snihurivka social service centre to the neighbouring community [6]. It provides a documentary basis for identifying the provider and service area. For this partnership, the proposed passport indicators include requests by community, time to first contact, outreach visits, staff substitution and transport funding. Increased demand would prompt a review of the service schedule and contributions; an unsafe route would activate an agreed alternative. These are proposed operational arrangements, whose effects would require subsequent assessment.

Conclusions. The joint service passport connects partnership selection, contractual obligations and monitoring within one governance instrument. Its practical value lies in making service commitments and revision procedures explicit. Wartime adaptation requires contributions to follow actual workloads and available resources, with temporary support agreed separately. The veteran-support example specifies how documented partnership characteristics can be supplemented by monitoring indicators. Further research should assess changes in accessibility and expenditure after implementation in communities facing different security conditions.

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. On Cooperation of Territorial Communities: Law of Ukraine of 17 June 2014, No. 1508-VII [in Ukrainian]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1508-18#Text.
2. Ansell C., Gash A. Collaborative Governance in Theory and Practice. Journal of Public Administration Research and Theory. 2008. Vol. 18, No. 4. P. 543–571. DOI: https://doi.org/10.1093/jopart/mum032.
3. Bel G., Warner M. E. Inter-municipal cooperation and costs: Expectations and evidence. Public Administration. 2015. Vol. 93, No. 1. P. 52–67. DOI: https://doi.org/10.1111/padm.12104.

4. Lopushynskyi I. P., Durman M. O., Malakhova T. V. Mekhanizmy zabezpechennia efektyvnosti publichnoho upravlinnia ta rezultatyvnosti administruvannia [Mechanisms for ensuring the efficiency of public management and the effectiveness of administration]. Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. 2022. No. 3 (82). P. 135–144. DOI: https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.3.19 [in Ukrainian].
5. Verkhovna Rada of Ukraine. Budget Code of Ukraine of 8 July 2010, No. 2456-VI [in Ukrainian]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text.
6. Snihurivka City Military Administration. On Approval of the Draft Agreement on Cooperation between the Snihurivka City and Horokhiv Rural Territorial Communities: Order of 3 July 2025, No. 231-r/s [in Ukrainian]. URL: https://snigurivska-gromada.gov.ua/docs/2058813/.
Online sources accessed on 18 September 2026.

Section: Marketing and Advertising

УПРАВЛІННЯ ЛОЯЛЬНІСТЮ СПОЖИВАЧІВ У СИСТЕМІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Решміділова Світлана
к.е.н., доцент
Михальчук Олександра
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Кафедра маркетингу
Хмельницький національний університет, Україна

Сучасні умови функціонування промислових підприємств характеризуються посиленням конкурентної боротьби, зміною моделей поведінки споживачів, розвитком цифрових технологій, підвищенням вимог до якості продукції та сервісного обслуговування. За таких умов традиційна орієнтація підприємства виключно на збільшення обсягів продажу вже не забезпечує достатньої стійкості його ринкової позиції. Важливого значення набуває здатність підприємства підтримувати тривалі та взаємовигідні відносини зі споживачами.

Особливо актуальною ця проблема є для промислових підприємств, які працюють переважно на ринках B2B. На відміну від споживчих ринків, рішення про придбання промислової продукції часто приймаються протягом тривалого часу, передбачають участь декількох представників підприємства-замовника та пов’язані зі значними фінансовими ресурсами. Крім того, вибір постачальника може впливати на виробничі процеси самого клієнта, його витрати, якість кінцевої продукції та стабільність роботи.

Тому для промислового підприємства важливим є не лише факт здійснення продажу, але й формування впевненості клієнта у надійності постачальника. Якщо підприємство забезпечує стабільну якість продукції, своєчасність поставок, належний рівень сервісу, професійні комунікації та оперативне вирішення проблемних ситуацій, це створює основу для довгострокової взаємодії.

Метою дослідження є обґрунтування системного підходу до управління лояльністю споживачів у системі маркетингової діяльності промислового підприємства. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: розкрити особливості лояльності споживачів у B2B-середовищі; визначити основні чинники її формування; охарактеризувати інструменти управління лояльністю; обґрунтувати роль сегментації, персоналізації, комунікацій та CRM у розвитку взаємодії з клієнтами; визначити основні підходи до оцінювання та моніторингу рівня лояльності споживачів.

Управління лояльністю споживачів у таких умовах повинно розглядатися як системний напрям маркетингової діяльності, що охоплює всі етапи взаємодії

підприємства з клієнтом – від першого контакту та виявлення потреб до післяпродажного обслуговування й оцінювання рівня задоволеності.

Проблематика лояльності споживачів є одним із важливих напрямів сучасного маркетингу. У наукових дослідженнях лояльність розглядається як складне багатовимірне явище, що поєднує поведінкові та психологічні характеристики споживача. З одного боку, вона проявляється через повторні покупки, продовження контрактів і збільшення обсягів замовлень, а з іншого — через довіру, позитивне ставлення до підприємства та готовність підтримувати з ним довгострокові відносини [1].

Лояльність споживача можна визначити як стійку позитивну прихильність до підприємства, його продукції та способу взаємодії, яка проявляється у повторному придбанні продукції, продовженні ділових відносин, зростанні довіри та готовності рекомендувати підприємство іншим потенційним клієнтам.

Водночас для промислового підприємства поняття лояльності має більш складний характер. Якщо на споживчому ринку лояльність може проявлятися через регулярне придбання певної торгової марки, то в B2B-середовищі вона часто формується на основі довгострокових контрактів, технологічної сумісності, стабільності поставок та особистих професійних контактів між представниками компаній.

На рівень лояльності можуть впливати такі групи чинників: якість та стабільність характеристик продукції; рівень і структура ціни; умови постачання; дотримання договірних зобов’язань; надійність підприємства як ділового партнера; швидкість реагування на запити клієнтів; рівень технічної та консультаційної підтримки; якість післяпродажного обслуговування; персоналізація комерційних пропозицій; репутація підприємства; ефективність комунікацій; цифрові можливості взаємодії; здатність підприємства адаптуватися до змін потреб клієнта [2].

Важливе місце серед цих чинників займає довіра. Для промислового клієнта зміна постачальника часто пов’язана з додатковими витратами, ризиками та необхідністю адаптації внутрішніх процесів. Саме тому стабільність і передбачуваність взаємодії можуть стати вагомим фактором збереження клієнта.

Управління лояльністю повинно починатися з дослідження споживачів. Підприємство має регулярно отримувати інформацію про потреби клієнтів, їхні очікування, рівень задоволеності, проблеми та причини можливого зниження активності. Джерелами такої інформації можуть бути безпосередні опитування, інтерв’ю з клієнтами, аналіз звернень до менеджерів, рекламацій, претензій, повторних замовлень та результатів продажу.

Наступним етапом є сегментація клієнтів. В умовах обмежених ресурсів підприємство не може однаково інтенсивно взаємодіяти з усіма споживачами. Тому доцільно визначати найбільш значущі клієнтські сегменти з урахуванням обсягів закупівель, частоти замовлень, тривалості співпраці, потенціалу розвитку та стратегічної важливості конкретного клієнта [2].

Для ключових клієнтів доцільно застосовувати індивідуальний підхід. Він може передбачати закріплення персонального менеджера, розроблення спеціальних комерційних умов, прогнозування потреб клієнта, регулярні зустрічі, технічні консультації та спільне планування майбутніх поставок.

Одним із центральних елементів управління лояльністю є формування споживчої цінності. У промисловому маркетингу не можна ототожнювати цінність виключно з низькою ціною. Клієнт оцінює сукупні вигоди та витрати, пов'язані зі співпрацею. Наприклад, дещо вища ціна може бути прийнятною для клієнта, якщо вона компенсується стабільною якістю, швидкою поставкою, технічним супроводом або нижчими витратами на експлуатацію.

Саме тому підприємству доцільно формувати комплексну ціннісну пропозицію, яка поєднує характеристики продукції та додаткові послуги. Такий підхід дає змогу перейти від цінової конкуренції до конкуренції на основі сукупної цінності для клієнта.

Необхідною складовою управління лояльністю є комунікаційна політика. Взаємодія з клієнтом не повинна обмежуватися моментом укладання угоди. Регулярне інформування про нові продукти, зміни умов поставок, технічні рішення, результати співпраці та можливості оптимізації витрат сприяє підтриманню постійного контакту [3].

Особливого значення набувають цифрові канали комунікації та CRM-технології. Їх використання дозволяє систематизувати інформацію про клієнтів, історію замовлень, звернення, результати переговорів та індивідуальні потреби. Це створює передумови для більш персоналізованої взаємодії.

Важливою умовою лояльності є стабільність виконання підприємством своїх зобов'язань. Для корпоративного клієнта затримка поставки або нестабільна якість продукції може призвести до значних втрат, тому надійність постачальника є одним із ключових факторів довгострокової співпраці. Відповідно, маркетингові підрозділи мають взаємодіяти з виробничими та логістичними службами, оскільки маркетингова комунікація не може компенсувати систематичні проблеми з виконанням замовлень.

Окремо слід виділити роль персоналу підприємства. У B2B-маркетингу значна частина взаємодії здійснюється між конкретними представниками компаній. Професійність менеджера, його компетентність, швидкість відповіді та здатність вирішувати проблемні питання можуть істотно впливати на ставлення клієнта до підприємства. Тому формування клієнтоорієнтованої корпоративної культури має бути складовою системи управління лояльністю.

Водночас лояльність не є статичним показником. Навіть тривалий клієнт може змінити постачальника у разі погіршення якості, зростання цін без відповідного підвищення цінності, проблем із сервісом або появи більш привабливої альтернативи. Тому підприємство повинно регулярно контролювати динаміку взаємодії з клієнтами.

Для цього можуть застосовуватися кількісні та якісні показники. До кількісних належать частота повторних закупівель, середній обсяг замовлення,

тривалість співпраці, частка продовжених контрактів, рівень відтоку клієнтів. Якісні показники можуть характеризувати рівень задоволеності, довіри та готовності рекомендувати підприємство [4].

Доцільним є використання інтегрованої системи оцінювання, оскільки один показник не здатний повністю відобразити рівень лояльності. Наприклад, тривалість співпраці може бути високою, але при цьому клієнт може бути незадоволений якістю сервісу. Аналогічно, високий обсяг закупівель не завжди означає високу прихильність, якщо підприємство змушене працювати з конкретним постачальником через технологічну залежність.

Таким чином, управління лояльністю повинно передбачати постійний моніторинг поведінки клієнтів та виявлення сигналів можливого зниження їхньої прихильності. До таких сигналів можна віднести скорочення обсягів замовлень, збільшення кількості претензій, зниження активності комунікації, відмову від додаткових продуктів або послуг, затримку з продовженням контрактів.

Важливою складовою сучасного управління лояльністю є також робота з відгуками та рекламаціями. Негативний досвід клієнта не обов'язково означає остаточну втрату його лояльності. Якщо підприємство оперативно визнає проблему, встановлює її причину та пропонує обґрунтоване рішення, це може сприяти відновленню довіри. Тому система роботи зі скаргами повинна бути не лише інструментом контролю якості, а й частиною клієнтоорієнтованої маркетингової політики.

Значну роль у цьому процесі відіграє CRM-система. Вона дозволяє формувати єдине інформаційне середовище для роботи з клієнтами та забезпечує можливість аналізувати історію взаємодії. На основі накопичених даних підприємство може визначати найбільш цінних клієнтів, прогнозувати їхні потреби, формувати персоналізовані пропозиції та вчасно реагувати на негативні зміни у поведінці [4].

Системний характер управління лояльністю передбачає також взаємодію маркетингового підрозділу з іншими функціональними службами. Виробничий підрозділ відповідає за якість продукції, логістичний – за своєчасність поставок, фінансовий – за умови розрахунків, сервісний – за технічну підтримку, а маркетинговий координує інформацію про потреби та очікування клієнтів. Лише узгоджена діяльність усіх цих підрозділів здатна забезпечити цілісний клієнтський досвід.

Отже, ефективне управління лояльністю споживачів промислового підприємства доцільно розглядати як безперервний цикл, що включає дослідження клієнтів, сегментацію, формування ціннісної пропозиції, реалізацію персоналізованої взаємодії, сервісну підтримку, оцінювання результатів та коригування маркетингових заходів.

Узагальнено цей процес можна представити як послідовність: «дослідження потреб → сегментація клієнтів → формування ціннісної пропозиції → організація взаємодії → забезпечення сервісу → оцінювання лояльності → коригування маркетингової діяльності». Такий підхід дозволяє забезпечити

безперервність управлінського процесу та пов'язати роботу з лояльністю з довгостроковими маркетинговими цілями підприємства.

Таким чином, управління лояльністю споживачів є важливою складовою маркетингової діяльності сучасного промислового підприємства. Його значення зумовлене тим, що довгострокові відносини з клієнтами забезпечують більшу стабільність ринкової діяльності та дозволяють підприємству краще прогнозувати попит і планувати виробничо-збутові процеси.

Лояльність у промисловому секторі формується під впливом комплексу взаємопов'язаних чинників. До них належать якість продукції, ціна, надійність поставок, виконання договірних зобов'язань, сервісне обслуговування, професійність комунікацій, персоналізація та довіра до підприємства як до ділового партнера.

Обґрунтовано, що управління лояльністю не повинно зводитися до використання окремих стимулюючих заходів. Воно має бути інтегроване в систему маркетингової діяльності та передбачати взаємодію маркетингового, збутового, виробничого, логістичного й сервісного підрозділів.

Запропонований системний підхід передбачає послідовне дослідження потреб клієнтів, сегментацію споживачів, формування ціннісної пропозиції, персоналізацію взаємодії, розвиток комунікацій, забезпечення якісного сервісу та систематичне оцінювання рівня лояльності. Практична реалізація такого підходу створює передумови для зміцнення клієнтської бази, розвитку довгострокових партнерських відносин та підвищення результативності маркетингової діяльності промислового підприємства.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення методичного забезпечення комплексного оцінювання лояльності корпоративних клієнтів промислового підприємства з урахуванням економічних, поведінкових та комунікаційних показників, а також використання цифрових інструментів CRM-аналітики для прогнозування змін у поведінці споживачів.

Список використаних джерел

1. Ha, M.-T., Nguyen, G.-D., & Doan, B.-S. (2023). Understanding the mediating effect of switching costs on service value, quality, satisfaction, and loyalty. Humanities and Social Sciences Communications, 10 (1), Article 288. DOI: 10.1057/s41599-023-01797-6.
2. Hänninen, N., & Karjaluoto, H. (2017). The effect of marketing communication on business relationship loyalty. Marketing Intelligence & Planning, 35 (4), 458–472. DOI: 10.1108/MIP-01-2016-0006.
3. Ruiz-Martínez, A., Frasquet-Deltoro, M., & Gil-Saura, I. (2019). How to measure B2B relationship value to increase satisfaction and loyalty. Journal of Business & Industrial Marketing, 34 (8), 1866–1878. DOI: 10.1108/JBIM-10-2018-0289.
4. Rauyruen, P., & Miller, K. E. (2007). Relationship quality as a predictor of B2B customer loyalty. Journal of Business Research, 60 (1), 21–31. DOI: 10.1016/j.jbusres.2005.11.006.

ВПЛИВ АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ РЕКЛАМНИМИ КАМПАНІЯМИ

Литвишко Л.О.
к.е.н., доцент
Кафедра менеджменту
Купрієнко О.О.
здобувач вищої освіти бакалаврського рівня освіти
Національний транспортний університет, Україна

Сучасна система маркетингових комунікацій перебуває у стані структурної трансформації, зумовленої переходом від епізодичних рекламних кампаній до безперервного управління просуванням на основі автономних програмних агентів [1; 3]. Якщо генеративні технології попереднього покоління виконували роль допоміжного інструмента, який потребував постійного втручання оператора, то агентні системи здатні самостійно планувати послідовність дій, ухвалювати тактичні рішення та коригувати їх відповідно до отриманих результатів [2]. Це формує принципово нову модель організації рекламної діяльності, у якій людина визначає цілі, обмеження та критерії бренд-безпеки, тоді як виконання й оптимізація делегуються скоординованій сукупності спеціалізованих агентів [5]. Дослідження ринку свідчать, що саме 2026 рік розглядається як період масштабного переходу від експериментального застосування штучного інтелекту до повноцінного агентного виконання маркетингових процесів [1; 7].

Ключовою відмінністю агентної моделі є заміна дискретних кампаній безперервним самооптимізованим циклом, що охоплює планування, сегментацію аудиторії, створення креативу, медіазакупівлю та аналітику. Замість оптимізації окремих каналів за локальними показниками агент розподіляє бюджет у межах єдиного портфеля, орієнтуючись на кінцевий бізнес-результат [4]. Порівняльні характеристики традиційної кампанійної та агентної моделей управління рекламною діяльністю наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння параметрів управління рекламними кампаніями за традиційної та агентної моделей [4; 11; 12]

Показник	Кампанійна модель	Агентна модель
Час на рутинне управління кампаніями (год/тиждень)	18-22	3-5
Частота оптимізації ставок і бюджетів	1-2 рази на тиждень	безперервно
Час реакції на відхилення показників	24-72 год	5-15 хв
Частка автоматизованих рішень (%)	12	68
Рентабельність рекламних інвестицій (ROAS)	2,4	4,1
Операційні витрати на управління (%)	100	40-55

Наведені дані демонструють істотне скорочення витрат часу на рутинні операції та підвищення швидкості реагування на зміну ринкових умов. Водночас ефективність упровадження агентних систем не є автоматичною: вона визначається якістю даних, коректністю встановлених обмежень і наявністю людського контролю на етапі погодження рішень [5].

Для оцінювання результативності агентного управління рекламною діяльністю доцільно застосовувати інтегральний індекс, що визначається за формулою [6]:

$$E = \alpha A + \beta O + \gamma S$$

де E — інтегральний рівень ефективності агентного управління;

A — ступінь автономності виконання операцій (частка рішень, ухвалених без втручання оператора);

O — коефіцієнт безперервної оптимізації, що відображає частоту та результативність коригування ставок і бюджетів;

S — ступінь узгодженості міжканальних рішень;

α, β, γ — вагові коефіцієнти, встановлені відповідно до маркетингових пріоритетів підприємства.

Практична реалізація агентного підходу передбачає не використання єдиного універсального рішення, а формування скоординованої групи агентів із розмежованими функціями, які взаємодіють через спільний рівень даних. Класифікацію основних типів маркетингових агентів та їхні характеристики наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Порівняльні характеристики основних типів маркетингових AI-агентів

Тип агента	Функціональне призначення	Переваги	Обмеження
Агент стратегічного планування	Формування брифу кампанії, вибір каналів і сегментів аудиторії	Скорочення часу підготовки; опора на історичні дані	Потреба у якісних даних; обов'язкове погодження людиною
Агент медіазакупівель	Управління ставками, розподіл бюджету між каналами	Безперервна оптимізація; єдиний портфельний підхід	Ризик перевитрат за відсутності обмежувальних правил
Креативний агент	Генерація та тестування рекламних креативів і повідомлень	Масштабування варіацій; швидке оновлення креативу	Ризик шаблонності; потреба контролю бренд-безпеки
Аналітичний агент	Моніторинг метрик, атрибуція та звітність у реальному часі	Раннє виявлення відхилень; прозорість результатів	Складність інтеграції розрізнених джерел даних

Застосування агентної моделі забезпечує комплексний ефект: зниження операційного навантаження на маркетингові підрозділи, підвищення точності таргетування, прискорення тестування креативів та зростання рентабельності рекламних інвестицій [8]. Разом із тим практика впровадження засвідчує, що повна автономія на цьому етапі розвитку технологій залишається обмеженою -

більшість реалізованих проєктів передбачає обов'язкову точку людського погодження перед виконанням фінансово значущих дій [5; 9].

Отже, агентний штучний інтелект змінює саму логіку управління рекламною діяльністю: маркетолог переходить від безпосереднього виконання операцій до постановки цілей, визначення обмежень і контролю якості результатів. Ефективність такого переходу залежить від зрілості даних підприємства, інтеграції інформаційних систем та готовності персоналу до роботи в умовах розподіленого ухвалення рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методик кількісного оцінювання внеску окремих агентів у загальний маркетинговий результат [1–10].

Список використаних джерел

1. Amazon Ads. (2026). Amazon Ads: Online advertising for businesses of all sizes. https://advertising.amazon.com
2. Smartly. (2026). 2026 Digital Advertising Trends Report. https://www.smartly.io
3. Deloitte Digital. (2026). Digital creative & marketing consultancy insights. https://www.deloittedigital.com
4. Kantar. (2026). Intelligence for brand growth. https://www.kantar.com
5. TensorOps. (2026). Agentic AI in advertising: A 2026 field guide (Media Buying & AdOps). tensorops.com
6. McKinsey & Company. (2025). The state of AI in marketing and sales 2025. mckinsey.com
7. Gartner. (2026). Gartner predicts 2026: Autonomous agents in enterprise applications. gartner.com
8. AdRoll, & WBR Insights. (2026). Marketing & advertising trends in 2026. adroll.com
9. Seedtag. (2026). Marketing trends in 2026: What's shaping the future of advertising. seedtag.com
10. Всеукраїнська рекламна коаліція. (2026). Новини та рейтинги ефективності Effie Awards Ukraine. https://vrk.org.ua
11. Дяченко, Т. О., & Литвишко, Л. О. (2024). Розвиток маркетингових послуг: стратегії та бізнес-планування на основі моніторингу маркетингових показників та аналітики. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 116(2), 324–334. https://doi.org/10.33744/0365-8171-2024-116.2-324-334
12. Ложачевська, О. М., Литвишко, Л. О., & Малахова, Ю. А. (2024). Розробка рекламної кампанії підприємства в технологічному середовищі. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 115(1), 247–256. https://doi.org/10.33744/0365-8171-2024-115.1-247-256

Section: Mechanics and Electrical Engineering

ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ESP32 У СЕРЕДНІЙ ОСВІТІ: РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПОВІЩЕННЯ

Хоречко Нікіта
бакалавр
Кривонос Олександр
канд. пед. наук, доцент
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Житомирський державний університет імені Івана Франка
Україна

Анотація. У статті розглянуто практичний досвід застосування мікроконтролерної платформи ESP32 у середній освіті на прикладі розробки автоматизованої системи звукового оповіщення. Описано апаратну та програмну реалізацію пристрою, який забезпечує автоматичне відтворення сигналу хвилини мовчання та сповіщень про повітряну тривогу через онлайн-API. Наведено рішення для виведення аудіосигналу як за допомогою ЦАП PCM5102 (інтерфейс I2S), так і через бездротове Bluetooth-з'єднання. Обґрунтовано методичну цінність реалізації подібних проєктів для формування в учнів інженерного мислення, навичок програмування та роботи з сучасною електронікою.

Ключові слова: ESP32, система оповіщення, мікроконтролери.

Вступ. У сучасній середній освіті важливим є поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю учнів. Одним із ефективних способів реалізації цього підходу є використання мікроконтролерних платформ, зокрема ESP32, яка завдяки своїй доступності та широким можливостям дозволяє створювати реальні технічні проєкти. Наявність вбудованих модулів Wi-Fi та Bluetooth дає змогу розробляти пристрої, що взаємодіють із мережею Інтернет та іншими пристроями, що особливо актуально в умовах сучасного цифрового середовища.

Мета дослідження: розробити апаратне та програмне забезпечення системи автоматичного сповіщення (сигналу хвилини мовчання та повітряної тривоги) на основі платформи ESP32 та продемонструвати потенціал реалізації таких проєктів для формування в учнів навичок програмування, схемотехніки й інженерного мислення.

Результати дослідження і їх обговорення. У межах навчального проєкту може бути реалізована система звукового оповіщення, яка виконує соціально важливі функції в умовах сучасних реалій України. Зокрема, система автоматично відтворює сигнал хвилини мовчання щодня о 9:00, а також повідомлення про початок і відбій повітряної тривоги. Отримання інформації про

тривоги може здійснюватися через спеціалізовані онлайн-сервіси або API [3] що дозволяє забезпечити актуальність даних без участі користувача.

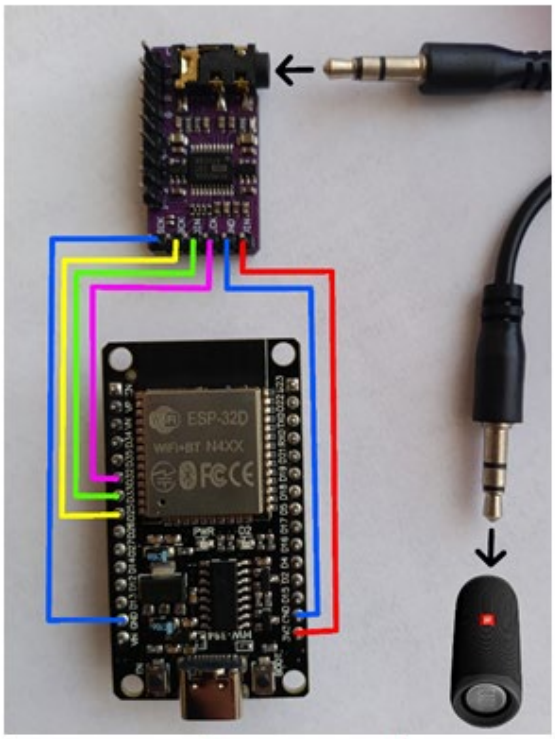


Рис.1 Схема дротового підключення

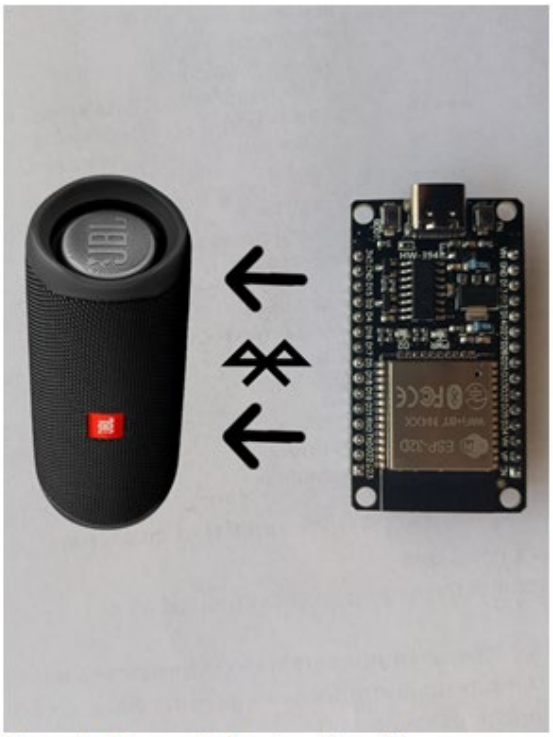


Рис.2 Схема Bluetooth підключення

Апаратна частина системи базується на використанні плати ESP32, яка відповідає за обробку даних і керування всіма компонентами. Для відтворення звуку може застосовуватися цифрово-аналоговий перетворювач PCM5102, який працює через інтерфейс I2S та забезпечує якісний аудіосигнал для підключення до підсилювача і колонок (Рис.1) [2]. Альтернативним варіантом є використання Bluetooth-з'єднання для передачі звуку на бездротову колонку, що спрощує конструкцію пристрою (Рис.2) [1]. Живлення системи здійснюється від стабілізованого джерела, а з'єднання компонентів виконується за допомогою провідників.

Програмна реалізація передбачає підключення до бездротової мережі, синхронізацію часу через мережеві сервери, періодичне отримання даних про стан повітряної тривоги та їх аналіз. У разі настання відповідної події система відтворює заздалегідь підготовлені аудіофайли або звукові сигнали. Таким чином, пристрій працює автономно та не потребує постійного контролю з боку користувача.

Висновки. Реалізація подібного проєкту в освітньому процесі сприяє розвитку в учнів навичок програмування, роботи з електронікою та розуміння принципів функціонування сучасних цифрових систем. Окрім цього, учні отримують досвід створення корисних пристроїв, що мають практичне застосування, що підвищує їх мотивацію до навчання та формує інженерне мислення.

Список використаних джерел

1. Cameron N. Bluetooth speaker // Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32. Berkeley, CA: Apress, 2021. P. 151–157. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6336-5_6. (Дата звернення: 27.04.2026).
2. Maetschke S. Playing Audio with ESP32 and PCM5102A. MakerGuides. 2026. URL: https://www.makerguides.com/playing-audio-with-esp32-and-pcm5102. (Дата звернення: 27.04.2026).
3. Ukraine Alarm Alerts. URL: https://devs.alerts.in.ua/. (Дата звернення: 27.04.2026).

Section: Medicine

THE ROLE OF GENE POLYMORPHISMS OF THE HYPOTHALAMIC-PITUITARY-ADRENAL AXIS IN THE DEVELOPMENT OF POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER

Chaikin Roman Ihorovych
PhD student
Physiology and Pathophysiology Department
Nosov Andrii Mykhailovych
PhD student
Public Health Department
Oleshko Tetiana Bohdanivna
PhD in Medical Science, associate professor
Physiology and Pathophysiology Department
Oleshko Oleksandr Mykolaiovych
PhD in Medical Science, associate professor
Public Health Department
Sumy State University, Ukraine

Post-traumatic stress disorder (PTSD) is one of the most common psychological consequences of traumatic events, having a significant impact on a person's quality of life and functioning. The clinical presentation of PTSD includes re-experiencing traumatic events (flashbacks, nightmares), avoidance of stimuli reminiscent of the trauma, as well as anxiety, sleep disturbances, irritability and hypervigilance. In addition to psychosocial factors, increasing attention is being paid to the genetic mechanisms that determine individual vulnerability to PTSD. The hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis plays a central role in the pathogenesis of the disorder, regulating the body's stress response through the secretion of cortisol. Dysfunction of the HPA axis leads to a disruption of negative feedback and chronic hyperactivation of stress responses. An important area of current research is the study of genetic polymorphisms in HPA axis genes, which modulate the sensitivity of glucocorticoid receptors, the regulation of corticotropin-releasing hormone, and other key components of the stress response. It has been established that certain variants of these genes, when interacting with environmental factors (such as childhood trauma), significantly increase the risk of developing PTSD. Therefore, investigating the genetic determinants of PTSD is not only of theoretical importance for understanding the pathophysiology of the disorder, but also of practical value for developing personalised strategies for prevention and treatment.

Materials and methods. The study involved a systematic review of scientific publications available in leading international databases – PubMed, Scopus, Web of

Science and Google Scholar. The analysis covered recent studies examining the molecular and genetic mechanisms underlying the development of post-traumatic stress disorder. Particular emphasis was placed on the study of genetic variants that determine the functioning of the hypothalamic–pituitary–adrenal axis, in particular polymorphisms in genes that regulate the stress response.

Research results and discussion. Literature analysis has shown that dysfunction of the HPA axis is a key mechanism in the pathogenesis of PTSD. The corticotropin-releasing hormone receptor genes (CRHR1 and CRHR2) play a key role in studies investigating the link between genetic factors and the development of post-traumatic stress disorder; their single-nucleotide polymorphisms are actively analysed in contemporary scientific research. In a sample of children who had experienced traumatic events related to accidents, an association was found between the rs12944712 polymorphism of the CRHR1 gene and an increased susceptibility to PTSD and more severe symptoms in the future [1].

A study by White et al. confirmed an association between the rs12938031 and rs4792887 polymorphisms of the CRHR1 gene and the development of PTSD among individuals who had survived a traumatic experience caused by a hurricane [2]. Other authors analysed the influence of variants in CRHR1 (rs110402, rs242924, rs16940665) and CRHR2 (rs2190242, rs2284217, rs2014663) on the course and outcomes of childhood trauma. It was shown that these genetic factors are associated with an increased risk of suicide attempts, and a significant interaction between genetic polymorphisms and environmental factors (G × E) was also identified in individuals with childhood trauma [3].

Furthermore, there is evidence of a protective effect of the rs8192496 and rs2190242 polymorphisms in the CRHR2 gene, which reduce the risk of developing PTSD in female veterans who have experienced traumatic events. The presence of the minor allele at these loci is significantly associated with a lower likelihood of developing the disorder and a milder course of symptoms [4].

Conclusions. Summarising the results of the analysis, it can be concluded that dysfunction of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis is one of the key mechanisms underlying the development of post-traumatic stress disorder, and that genetic polymorphisms in its components, in particular CRHR1 and CRHR2, significantly influence individual vulnerability to PTSD. The associations identified between specific gene variants and symptom presentation confirm the importance of the interaction between genetic and environmental factors in determining the risk of the disorder. This highlights the need for further research to develop personalised approaches to the prevention and treatment of PTSD.

References

1. Brzozowska A, Grabowski J. (2025). Hyperarousal, Dissociation, Emotion Dysregulation and Re-Experiencing-Towards Understanding Molecular Aspects of PTSD Symptoms. Int J Mol Sci.,26(11):5216. doi: 10.3390/ijms26115216.
2. White S, Acierno R, Ruggiero KJ, Koenen KC, Kilpatrick DG, Galea S et al. (2013). Association of CRHR1 Variants and Posttraumatic Stress Symptoms in

Hurricane Exposed Adults. J. Anxiety Disord.,27:678–683. doi: 10.1016/j.janxdis.2013.08.003.
3. Sanabrais-Jiménez MA, Sotelo-Ramirez CE, Ordoñez-Martinez B, Jiménez-Pavón J, Ahumada-Curiel G, Piana-Diaz S et al. (2019). Effect of CRHR1 and CRHR2 Gene Polymorphisms and Childhood Trauma in Suicide Attempt. J. Neural Transm.,126:637–644. doi: 10.1007/s00702-019-01991-4.
4. Castro-Vale I, Carvalho D. (2020). The Pathways between Cortisol-Related Regulation Genes and PTSD Psychotherapy. Healthcare (Basel),8(4):376. doi: 10.3390/healthcare8040376.

INTERRELATION BETWEEN ENDOCRINE AND NEUROLOGICAL PATHOLOGY: ACUPUNCTURE VIEW ON MECHANISMS, CORRECTION IN THE PROCESS OF REHABILITATION AND CASE ANALYSIS

Svyrydova Natalia
doctor of medical sciences, professor, Chairman of the Ukrainian Association of Neurology and Reflexology
Chupryna Gennadii
doctor of medical sciences, associate professor, member of the Ukrainian Association of Neurology and Reflexology
Sereda Vitaly
candidate of medical sciences, member of the Ukrainian Association of Neurology and Reflexology
Mykytei Oksana
candidate of medical sciences, neurologist of the Consultative and Diagnostic Center of Municipal Non-Commercial Enterprise of the Kyiv Regional Council "Kyiv Regional Clinical Hospital"

Summary. The article shows that the nervous and endocrine systems are closely interconnected and play the most important role in maintaining homeostasis of the organism.

Keywords: endocrine pathology, neurology, traditional Chinese medicine, acupuncture, clinical case.

Introduction. Nervous and endocrine systems are closely related and play the most important role in maintaining homeostasis of the organism [1,2]. Back in 2017 there were about three million people with diabetes mellitus (DM) in Ukraine [3], which allows us to calculate the number of patients with diabetic polyneuropathy (DP) at the level of 66 thousand to 2,17 million (median – 1,627 million). Taking into account the increase of DM transmission, DP will remain one of the most important and most frequent causes of

Purpose. To determine the relationship of endocrine and neurological pathology from the point of view of traditional Chinese medicine (TCM); to optimize the complex treatment with acupuncture (AP).

Material and methods. In TCM, it is generally accepted that all endocrine glands are under the control of the functional system of the spleen and pancreas. Therefore, their activity is coordinated as a whole by the primary element "Earth". But each endocrine gland is under the coordinating influence of another primary element [4,5,6] (Fig. 1).

All extraordinary AP meridians (EAM), and especially the EAM Chong Mai corresponds to the hypothalamic-pituitary regulation. This EAM Chong Mai is quite naturally connected to the spleen and pancreas system, that regulates cortical activity [4]. The EAM Chong Mai is called the "central intersection" of all AP, the AP point that "turns it on" is SP 4 (Gong Sun) – the point of the spleen-pancreas AP meridian. The EAM Chong Mai is also said to be the "mother" of the twelve regular AP meridians, due to its "driving" role of the vital energy YANG.

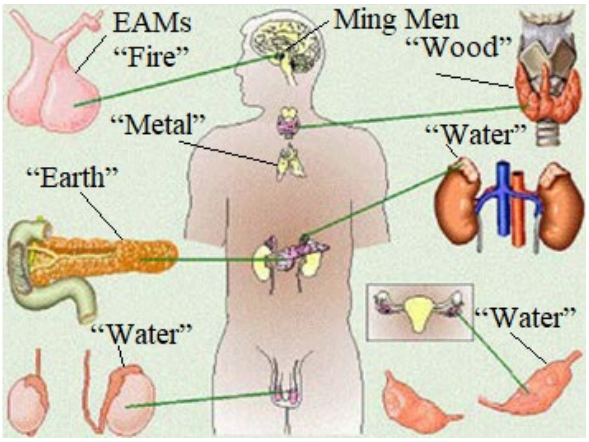


Fig. 1. Correspondence of endocrine glands to the theory of Five Elements [adapted by 4,5,6].

Clinical case. Patient K., 68 years old, female, resident of Kyiv region. She complained on face pain and mimic disorders, weakness and paraesthesia in feet. Patien received diabetes treatment according to modern national and international clinical protocols, that included empagliflozin, metformin, thioctic acid 600 mg per day, vitamin B, her glucose level was sub compensated (HbA1c = 7.2%), but the neurological symptoms remained.

Clinical diagnosis: type 2 DM, subcompensation stage. DP, diplegia of both facial nerves (as a variant of DP), stage 2 arterial hypertension, cerebral atherosclerosis, traumatic amputation of the right thumb.

The syndromic AP diagnostic method was used to analyse the complaints and objective changes, as well as examination of pulse, tongue and Nakatani method diagnostics in accordance with the concepts of TCM [7].

AP diagnosis: "Fire" (YIN deficiency) of the upper heater (lungs affects the spleen). According to the Nakatani method – almost everything within the "physiological
corridor". It was described as "The phenomenon of false energy well-being" (Fig. 2).

Due to the results of AP diagnostic we used additional treatment using the method of classical medical AP [8].

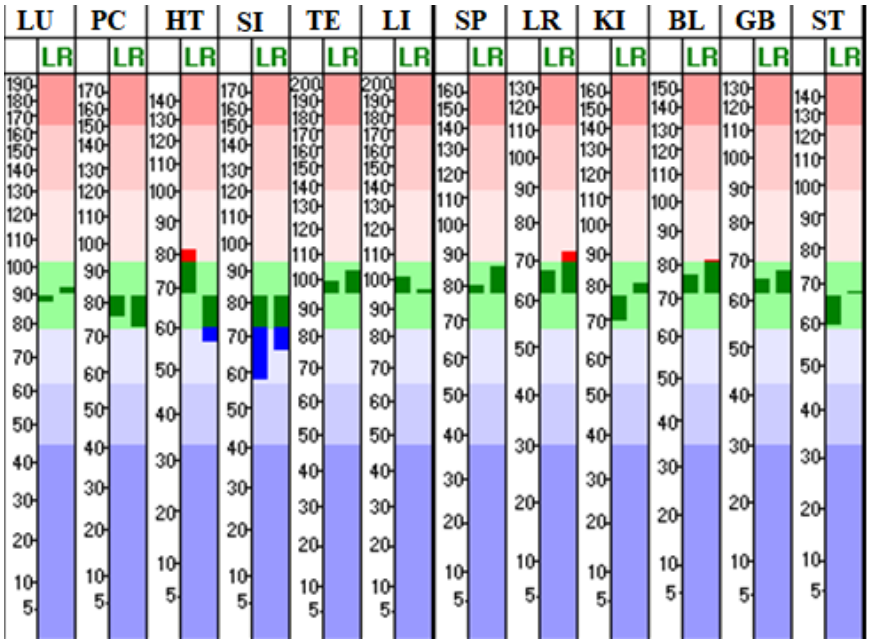


Fig.2 The Nakatani card of patient K.

Notes: LU – Lung; PC – Pericardium; HT – Heart; SI – Small Intestine; TE – Triple Energizer; LI – Large Intestine; SP – Spleen; LR – Liver; KI – Kidney; BL – Bladder; GB – Gallbladder; ST – Stomach.

AP treatment: for the treatment of disorders of facial nerve function: TE 17 (Yi Feng), TE 23(Si Zhu Kong); ST1 (Cheng Qi), ST 2(Si Bai), ST 3 (Ju Liao), ST 4 (Di Cang), ST 5 (Da Ying), ST 6 (Jia Che), ST 7 (Xia Guan), ST 8(Tou Wei); LI19 (He Liao), LI 20 (Ying Xiang); GV26(Ren Zhong), GV20(Bai Hui); for the treatment of DM: EX-B3 (Waiguanxiashu), GV20 (Bai Xui), EX-B3 (Waiguanxiashu), BL17 (Ge Shu), BL13 (Fei Shu), BL20 (Pi Shu), BL23 (Shen Shu), ST36 (Zu San Li), SP6 (San Yin Jiao), SP4 (Gung Sun), SP (Yin Ling Quan), BL15 (Xin Shu), LU9 (Tai Yuan), LI10 (Yu Ji), LU7 (Le Que), LU5 (Chi Ze), HT8 (Shao Fu), PC8 (Lao Hung), CV17 (Tan Zhong).

Clinical outcome. As a result of the treatment using the of AP the patient's condition improved: the movements of the facial muscles were completely restored, cognitive functions improved too.

Discussion. Regarding the concept of Ming-Men ("gate of life") [5,6] in TCM, means both kidneys (adreno-reno-genital systems) and the pulsation of the aorta between them. Moreover, the right kidney (also the adrenal gland and the sympathetic nervous system) - is the center for regulating the vital energy of the body, controlling the adaptive capabilities of the neuro-endocrine system, the central nervous system, and the psyche (responsible for YANG CHI). It is controlled by the element "Fire". The left kidney - the kidney itself is responsible for YIN. It is controlled by the element "Water". Ming-Men ("gate of life") is manifested in the active hormonal function of the kidney, including the function of the adrenal cortex. Ming-Men ("gate of life") is a

neuro-endocrine center of the organism, that carries out its neuro-humoral, regulating function.

In TCM, DM is the "Fire" (excitation of YANG and deficiency of YIN) of the spleen and pancreas system. There are three types of DM in TCM (upper, medium and lower) (Fig. 3). Clinical manifestations of DM according to TCM are additional to those known to all doctors [5, 6, 7, 8, 9].

The key AP point for AP correction of DM of any type is EX-B3 (Waiguanxiashu).

Upper type – "Fire" (deficiency of YIN, i.e. trophic influences) of the upper heater (lungs affects spleen and pancreas) (clinical signs): thirst, polydipsia, dry mouth and

tongue, polyuria, red tip and edges of the tongue, yellow and thin coating, often with cracks, rapid and full pulse. AP correction (influence on the AP points): basic - EX-B3 (Waiguanxiashu), BL17 (Ge Shu), BL13 (Fei Shu), BL20 (Pi Shu), BL23 (Shen Shu), ST36 (Zu San Li), SP6 (San Yin Jiao), SP4 (Gung Sun), SP9 (Yin Ling Quan). Additional: BL15 (Xin Shu), LU9 (Tai Yuan), LI10 (Yu Ji), LU7 (Le Que), LU5 (Chi Ze), HT8 (Shao Fu), PC8 (Lao Hung), CV17 (Tan Zhong).

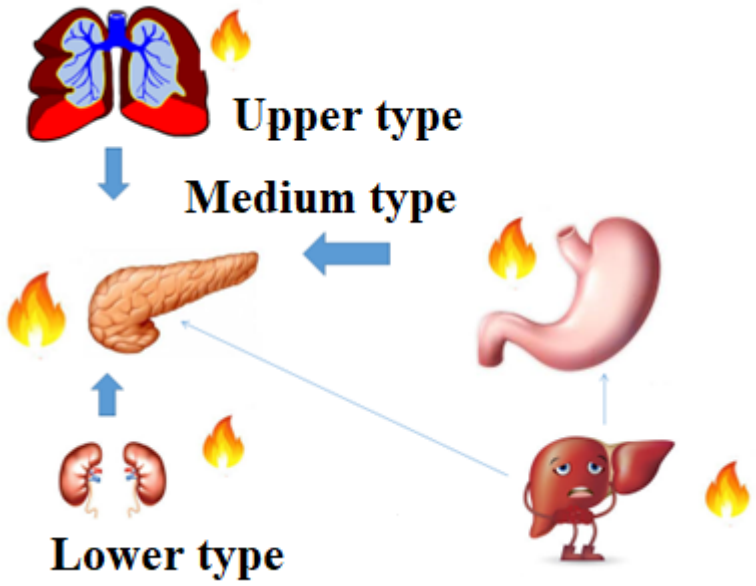


Fig. 3. Types of DM in TCM [adapted by 9].

Medium type – "Fire" of the middle heater (stomach and liver affects spleen and pancreas) (clinical signs): polyphagia, heartburn, anxiety or fever, profuse sweating, weight loss (especially in the legs), exhaustion, constipation, yellow and dry tongue coating, rapid and slippery pulse. AP correction (influence on the AP points): basic- EX-B3 (Waiguanxiashu), BL17(Ge Shu), BL13 (Fei Shu), BL20 (Pi Shu), BL23 (Shen Shu), ST36 (Zu San Li), SP6 (San Yin Jiao), SP4 (Gung Sun), SP9 (Yin Ling Quan). Additional: BL21 (Wei Shu), ST44 (Nei Ting), ST21 (Liang Men), ST22 (Guan Men), ST37 (Shang Ju Xu), ST39 (Xia Ju Xu), LR2 (Xing Jian), LR3 (Tai Chun).

Lower type – "Fire" of the lower heater (kidneys) affects the spleen (clinical signs): cloudy urine, thirst and polydipsia, dizziness, blurred vision, red cheeks, depression, lower back pain and weakness in the knees, dry skin, general itching, red

tongue, thin and rapid pulse. AP correction (influence on the AP points): basic - EX-B3 (Waiguanxiashu), BL17 (Ge Shu), BL13 (Fei Shu), BL20 (Pi Shu), BL23 (Shen Shu), ST36 (Zu San Li), SP6 (San Yin Jiao), SP4 (Gung Sun), SP9 (Yin Ling Quan). Additional: BL18 (Gan Shu), BL52 (Zhi Shi), KI3 (Tai Xi), KI6 (Zhao Hai), KI7 (Fu Liu), LR2 (Xing Jian), LR3 (Tai Chun), CV4 (Guan Yuan), GV4 (Ming Men).

Prolonger duration of DM will give rise to asthenia YIN and YANG [9]. Deficiency of YIN and YANG (clinical signs): frequent urinanion, turbid urine like paste, blackich complexion, dryness of earlobe, aversion to cold and cold limbs, sexual hypoesthesia, light and dull coloured tongue with white fur, deep, thin and weak pulse. AP correction: EX-B3 (Waiguanxiashu), BL17 (Ge Shu), BL13 (Fei Shu), BL20 (Pi Shu), BL23 (Shen Shu), ST36 (Zu San Li), SP6 (San Yin Jiao), SP4 (Gung Sun), SP9 (Yin Ling Quan).

Conclusions.1. There are relationships of endocrine and neurological pathology: one way to find them is to analyze patient data more deeply from the perspective of TCM. 2. In the complex of therapeutic measures for neurological complications of endocrine disorders the AP methods can be effective. AP methods are primarily effective for psychoemotional disorders in the case of DM. 3. The use of AP for endocrine pathology requires further studies.

References

1. Hussein W.I., Reddy S.S. (2006). Prevalence of diabetes in patients with multiple sclerosis /Diabetes Care. Vol. 29(8). P. 1984–1985. doi: 10.2337/dc06-0811
2. Chupryna G. M., Dubynetska V. M. (2020). Thyroid lesion as a manifestation of comorbidity in patients with diabetic polyneuropathy / Family Medicine. No. 5-6 (91-92). P. 36-40.
3. Ogurtsova K., da Rocha Fernandes J. D., Huang Y.[et al.]. (2017). IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040 / Diabetes Res Clin Pract Vol 128. P.40-50. doi: 10.1016/j.diabres.2017.03.024
4. Nikolayev N.A. (1997). Traditional aspects of the combination of acupuncture and herbal medicine. Riga: Global Industrial Capital Corporation, 445 p. Russian.
5. Chinese acupuncture and moxibustion (1987). Beijing: Foreign languages press.554 p.
6. Chinese acupuncture and moxibustion (2002). Sanghai: Publishing house of Sanghai University of TCM. 371 p.
7. Macheret E.L., Korkyshko A.O. (2005). Basics of Traditional Chinese Medicine in Reflexotherapy. Kyiv: DIA, 397 p. Russian.
8. Macheret E.L., Chupryna G.M., Kulemzina T.V. [et al.]. (2004). New in the treatment of neuropathy of the facial nerve: monograph. Donetsk: Kashtan. 201p. Ukrainian.
9. Svyrydova N., Chupryna G., Sereda V., Sinko I. (2023). The use of reflexotherapy in diseases of the endocrine system with psycho-emotional disorders. In: Innovations in the treatment of neurological pain (Collection of materials of the scientific-practical conference with international participation). Kyiv. 23 November 2023. P. 44-48.

ГОСТРИЙ ЛАРИНГОТРАХЕЇТ У ДІТЕЙ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МЕНЕДЖМЕНТУ ЗАХВОРЮВАННЯ НА ПРИКЛАДІ КЛІНІЧНОГО ВИПАДКУ

Панасенко Наталія Юріївна
здобувачка вищої освіти 6 курсу спеціальність 222 «Медицина»
Іванова Лорина Алімівна
професор кафедри, доктор медичних наук
Кафедра педіатрії та дитячих інфекційних хвороб
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

Вступ: Гострий ларинготрахеїт є однією з найпоширеніших причин гострої обструкції верхніх дихальних шляхів у дітей раннього віку. Згідно літературних даних загальна світова статистика свідчить, що на круп щорічно хворіє близько 3% дітей віком до 6 років [1]. Хлопчики хворіють частіше за дівчаток. Співвідношення становить приблизно 3:2 (або від 1.4:1 до 1.5:1) [2]. Незважаючи на переважно легкий і сприятливий перебіг, швидке прогресування набряку підв'язкового простору може спричинити критичне звуження дихальних шляхів, що визначає актуальність своєчасного оцінювання тяжкості стану та надання невідкладної допомоги [3].

Ключові слова: гострий ларинготрахеїт, вірусний круп, стеноз гортані, стридор, діти, дексаметазон, інгаляційний адреналін, клінічний випадок.

Мета дослідження: Мета роботи полягає в узагальненні сучасних наукових даних щодо діагностики та лікування гострого ларинготрахеїту в дитячому віці й аналізу особливостей його клінічного перебігу, діагностичної та лікувальної тактики на прикладі конкретного клінічного випадку.

Матеріали та методи: Проведено огляд наукових публікацій останніх 5 років, представлених у базах PubMed/MEDLINE і Cochrane Library, а також актуальних міжнародних клінічних рекомендацій. Додатково виконано ретроспективний описовий аналіз клінічного випадку. Клінічні прояви зіставляли з критеріями оцінювання тяжкості крупу та сучасними доказовими рекомендаціями.

Результати дослідження та їх обговорення. Гострий стенозуючий ларинготрахеїт, також відомий як несправжній круп, являє собою вірусне захворювання дихальних шляхів. Воно характеризується набряком і запаленням в області гортані та трахеї, що викликає звуження просвіту дихальних шляхів і призводить до нападів ускладненого дихання [4]. Це захворювання найчастіше зустрічається у дітей віком від 6 місяців до 3 років і проявляється характерним "гавкаючим" кашлем, осиплістю голосу, інспіраторним стридором та різною мірою дихальної недостатності. У дітей, зазвичай у віці від 6 місяців до 6 років, через особливості анатомічної будови дихальних шляхів гострий ларинготрахеїт

може призводити до стенозу гортані або супроводжуватись шумним диханням (стридором) [5]. На основі даних роботи авторів Shlomovich M., Hyatt S. і Cassel-Choudhury G. N. (2025) відомо, що більшість випадків проходять самостійно, але важкий стеноз верхніх дихальних шляхів вимагає термінового медичного втручання [1].

Найпоширенішою причиною крупу є вірус парагрипу 1 та 2 типів. Також збудниками можуть бути вірус грипу, респіраторно-синцитіальний вірус, аденовірус, метапневмовірус і SARS-CoV-2 [6]. Згідно з дослідженням Choi Y. Y. (2022), серед госпіталізованих дітей з COVID-19 під час хвилі штаму Omicron спостерігалася частота крупу 12,4% порівняно з 1,2% у період штаму Delta ($p<0,001$) [7].

Для оцінювання ступеня тяжкості стенозу гортані під час ГСЛТ і, відповідно, вибору тактики терапії виокремлюють 3 ступені крупу: I – легкий, II – середньої тяжкості, III – тяжкий. Легкий стеноз супроводжується періодичним «гавкаючим» кашлем, осиплістю голосу. Стридор відсутній чи мінімальний, з'являється під час плачу. Втягнення грудної клітки незначне, свідомість та сатурація нормальні. Середній стеноз характеризується частим «гавкаючим» кашлем, вираженим стридором у спокої, тахіпное, втягнення яремної ямки та міжреберних ділянок. Дитина неспокійна, свідомість збережена, ціаноз рідкісний, сатурація зазвичай нормальна. Тяжкий стеноз проявляється постійним стридором, значним втягненням грудної клітки, парадоксальним диханням. Повітря в легенях зменшується, дитина неспокійна чи загальмована. Зниження сатурації, блідість чи ціаноз вказують на дихальну недостатність [1,3,6]. Шкала Вестлі широко використовується для оцінки тяжкості крупу, пропонуючи класифікацію від 0 до 17 балів. Ця система ґрунтується на аналізі п'яти факторів: стридор, втягнення податливих місць грудної клітки, проведення повітря, ціаноз та рівень свідомості [2].

1. 0–2 бали — Легкий ступінь,
2. 3–7 балів — Помірний ступінь,
3. 8–11 балів — Тяжкий ступінь,
4. 12–17 балів — Загроза дихальної недостатності.

Якщо у дитини помітні токсичний вигляд, слинотеча, дисфагія, висока температура або слабка відповідь на адреналін, необхідно виключити ймовірність епіглотиту, бактеріального трахеїту, стороннього тіла або заглоткового абсцесу. Згідно з дослідженням Bjornson C. L. (2024), у половини дітей симптоми зникали через 1,5–2 доби, а у 90% — протягом 3–5 діб після звернення за медичною допомогою [8].

Основним компонентом медикаментозного лікування виступають системні ГКС. Метааналіз, Aregbesola A. (2023), включав 45 рандомізованих досліджень із загальною вибіркою в 5888 дітей, підтвердив суттєве зменшення симптомів уже через дві години після початку лікування, а також скорочення тривалості госпіталізації і зменшення кількості повторних звернень до медичного закладу. Зазвичай стандартною є одноразова доза дексаметазону в розмірі 0,6 мг/кг [3].

При середньотяжкому і тяжкому перебігу рекомендується використання інгаляційного адреналіну у дозі 0,5 мл (2,25% розчин) через небулайзер. Згідно з дослідженням Wei Y (2026), цей препарат суттєво зменшує тяжкість крупу через 30 хвилин після застосування, проте ефект стирається через 2 години, тому після інгаляції потрібно клінічне спостереження [9].

З урахуванням результатів аналізу сучасних літературних джерел доцільно представити клінічний випадок госпіталізації до обласної дитячої клінічної лікарні дитини віком 1 рік 3 місяці з попереднім діагнозом гострого ларинготрахеїту. Пацієнтка - дівчинка віком 1 рік 3 місяці, госпіталізована до обласної дитячої клінічної лікарні зі скаргами на підвищення температури тіла до 40,5 °С, малопродуктивний кашель, який набув характерного «гавкаючого» характеру, осиплість голосу, утруднене дихання, неспокій, зниження апетиту та розріджені випорожнення.

Зі слів матері, дитина захворіла гостро за одну добу до госпіталізації. Захворювання розпочалося з катаральних явищ із боку верхніх дихальних шляхів із подальшим підвищенням температури тіла, появою осиплості голосу. Самостійного лікування вдома не проводили. У зв’язку з погіршенням стану наступного дня було викликано бригаду екстреної медичної допомоги. На догоспітальному етапі дитині введено дексаметазон, проведено інгаляції епінефрину та будесоніду, після чого пацієнтку доставлено до обласної дитячої клінічної лікарні для подальшого обстеження та лікування.

Дитина народилася від другої вагітності, у визначений термін, із масою тіла 3700 г. Період новонародженості перебігав без особливостей. Вакцинована відповідно до Національного календаря профілактичних щеплень. У віці одного року перенесла вітряну віспу. Алергологічний анамнез – не обтяжений. За словами матері, протягом тижня, що передував захворюванню, дитина контактувала з дітьми, які мали клінічні ознаки гострої респіраторної вірусної інфекції.

При надходженні загальний стан дитини оцінено як середньої тяжкості. Свідомість - ясна, температура тіла - 40,2 °С, частота дихання - 32 за хвилину, частота серцевих скорочень - 109 за хвилину, сатурація периферичної крові киснем - 94 %. Спостерігалися явища інспіраторного стридору під час неспокою, та ознаки дихальної недостатності легкого ступеню. Аускультативно над легенями вислуховувалося жорстке дихання, та під час вдиху свистячий хрип.

Для уточнення діагнозу проведено: загальний аналіз крові, визначення С-реактивного білка, пульсоксиметрію, вірусологічне обстеження. Диференційну діагностику здійснювали з бактеріальним трахеїтом, епіглотитом, гострим бронхітом, бронхіолітом, пневмонією, аспірацією стороннього тіла та гострою алергічною реакцією.

ЗАК: гемоглобін - 115 г/л, еритроцити - 4,3 × 10^{12}/л, лейкоцити - 10,7 × 10^{9}/л, нейтрофіли - 58 %, лімфоцити - 34 %, моноцити - 7 %, еозинофіли – 1%, тромбоцити - 288 × 10^{9}/л, швидкість осідання еритроцитів - 10 мм/год. Рівень С-реактивного білка - 6,2 мг/л. У ЗАС патологічних змін не виявлено. З метою

уточнення етіології захворювання проведено мультиплексне ПЛР-дослідження назофарингеального матеріалу на основні респіраторні віруси. Виявлено РНК вірусу парагрипу 1-го типу. На підставі клінічної картини та результатів обстеження встановлено діагноз: Гострий стенозуючий ларинготрахеїт асоційований із вірусом парагрипу 1-го типу, середньотяжкий перебіг, стеноз гортані II ступеня, ДН1.

Лікувальну тактику визначали з урахуванням положень клінічних настанов щодо ведення дітей із гострим ларинготрахеїтом. У стаціонарі дитині призначено дексаметазон 0,6 мг/кг, за потреби оксигенацію. Парацетамол 15 мг/кг.

Після двох діб лікування спостерігалася виразна позитивна клінічна динаміка: температура тіла знизилася до 36,7 °С, задишка та ознаки обструкції верхніх дихальних шляхів були відсутні, дихання залишалося самостійним. Аускультативно визначали жорстке дихання та поодинокі хрипи. Інші показники життєдіяльності перебували в межах вікової норми. На 5 добу госпіталізації дитину виписано в задовільному стані під амбулаторне спостереження педіатра з відповідними рекомендаціями.

Наведений клінічний випадок демонструє важливість своєчасного розпізнавання ознак обструкції верхніх дихальних шляхів у дітей раннього віку, невідкладної оцінки тяжкості стану та раннього початку терапії.

Висновок: Гострий стенозуючий ларинготрахеїт у дітей раннього віку потребує своєчасного оцінювання тяжкості та невідкладного лікування. Представлений клінічний випадок демонструє, що рання терапія і подальше стаціонарне спостереження сприяють швидкому регресу респіраторних симптомів та запобіганню дихальній недостатності.

Список використаних джерел

1. Shlomovich M., Hyatt S., Cassel-Choudhury G. N. Croup and Epiglottitis. Pediatrics in Review. 2025. Vol. 46, no. 7. P. 366–372. URL: https://doi.org/10.1542/pir.2024-006420
2. Quraishi, H., & Lee, D. J. (2022). Recurrent Croup. Pediatric clinics of North America, 69(2), 319–328. https://doi.org/10.1016/j.pcl.2021.12.004
3. Aregbesola, A., Tam, C. M., Kothari, A., Le, M. L., Ragheb, M., & Klassen, T. P. (2023). Glucocorticoids for croup in children. The Cochrane database of systematic reviews, 1(1), CD001955. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001955.pub5
4. Shlomovich, M., Hyatt, S., & Cassel-Choudhury, G. N. (2025). Croup and Epiglottitis. Pediatrics in review, 46(7), 366–372. https://doi.org/10.1542/pir.2024-006420
5. Cooke, A., Conway, S., & Griffin, L. (2026). Croup: Rapid Evidence Review. American family physician, 113(3), 254–258.
6. Hon, K. L., Tan, Y. W., Leung, K. K. Y., Hui, W. F., Tang, S. F., Qian, S. Y., & Chiu, W. K. (2024). COVID-19 Associated Croup. Current pediatric reviews, 20(4), 453–457. https://doi.org/10.2174/1573396320666230718100609

7. Choi YY, Kim YS, Lee SY, Sim J, Choe YJ, Han MS. Croup as a Manifestation of SARS-CoV-2 Omicron Variant Infection in Young Children. J Korean Med Sci. 2022 May;37(20):e140. https://doi.org/10.3346/jkms.2022.37.e140
8. Duration, course and caregiver burden of croup in children: two observational cohorts / C. L. Bjornson et al. BMJ Open. 2024. Vol. 14, no. 12. P. e080102. URL: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080102
9. Nebulized epinephrine for croup in children: an updated systematic review / Y. Wei et al. Frontiers in Pediatrics. 2026. Vol. 14. URL: https://doi.org/10.3389/fped.2026.1886410

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕДИКАМЕНТОЗНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ХВОРОБІ КРОНА

Кулик Денис Євгенович
здобувач вищої освіти
Мурашкіна Анна Олександрівна
здобувач вищої освіти
Третій медичний факультет
Візір Марина Олександрівна
к.мед.н., доцент
Кафедра внутрішньої медицини №1
Харківський національний медичний університет, Україна

Анотація. Хвороба Крона (ХК) є хронічним прогресуючим запальним захворюванням шлунково-кишкового тракту (ШКТ), що потребує безперервного патогенетичного лікування. Ця робота присвячена аналізу сучасних критеріїв та методів оцінки ефективності медикаментозної терапії ХК з позиції досягнення глибокої клініко-ендоскопічної ремісії. Розглядаються інструменти комплексного моніторингу, що включають індекс клінічної активності (CDAI), динаміку неінвазивних біомаркерів (С-реактивний білок, фекальний кальпротектин), а також ендоскопічні критерії загоєння слизової оболонки (шкали SES-CD, CDEIS).

Обґрунтовується важливість своєчасної корекції терапії (глюкокортикостероїдів, імуносупресорів, генно-інженерних біологічних препаратів та селективних імунодепресантів) для запобігання незворотному пошкодженню кишечника, стриктур та фістул.

Ключові слова: хвороба Крона, загоєння слизової оболонки, фекальний кальпротектин, індекс активності хвороби Крона (CDAI), генно-інженерні біологічні препарати.

Введення. ХК – це трансмуральне, переважно гранулематозне запалення, здатне вражати будь-який відділ ШКТ від ротової порожнини до анального каналу. Прогресуючий перебіг захворювання часто призводить до

деструктивних ускладнень у вигляді стриктур, пенетрацій та періанальних нориць, знижуючи якість життя і підвищуючи ризик інвалідизації пацієнтів [2]. У сучасному лікуванні ХК застосовують біологічні препарати (інгібітори ФНП-α, IL-12/23, антиінтегрини) та малі молекули (JAK-інгібітори). Проте ключовою проблемою залишається первинна та вторинна втрата відповіді на терапію [5]. Оцінка ефективності терапії лише за симптомами є недостатньою, оскільки клінічна ремісія не гарантує припинення глибокого запального процесу в тканинах [1].

Мета. Дослідити особливості оцінки ефективності медикаментозної терапії при ХК.

Матеріали та методи. Проведено систематичний аналіз наукових джерел та міжнародних рекомендацій, присвячених оцінці ефективності медикаментозної терапії ХК.

Результати дослідження та їх обговорення. В основі патогенезу ХК лежить гіперергічна Th1-імунна відповідь слизової оболонки кишечника з надмірною продукцією прозапальних цитокінів, ключову роль серед яких відіграє фактор некрозу пухлини альфа (ФНП-α). Прогресуючий перебіг ХК зумовлює високий ризик розвитку деструктивних ускладнень, що потребують оперативного втручання та призводять до інвалідизації пацієнтів [2].

Традиційна терапія (препарати 5-аміносаліцилової кислоти, глюкокортикостероїди (ГКС), імуносупресори та антибіотики) не забезпечує підтримання ремісії та не запобігає прогресуванню ХК: протягом 8 років ускладнення розвиваються у 60% пацієнтів, що підтверджує прогресування субклінічного запалення навіть за відсутності симптомів [2, 3].

Для лікування ХК застосовують інгібітори ФНП-α, серед яких найбільш досліджені біологічні препарати: інфліксимаб (ІНФ, химерне моноклональне антитіло), адалімумаб (АДА, повністю людське моноклональне антитіло) та цертолізумабу пегол (пегільований Fab-фрагмент) [2].

Доведено, що інгібітори ФНП-α здатні індукувати загоєння слизової оболонки вже з 4-го тижня терапії, що знижує клінічну активність захворювання [2, 3]. При безперервному прийомі ІНФ загоєння слизової оболонки на 10-му тижні досягали 29% пацієнтів, а при одноразовому – лише 3%. Через рік підтримуючої терапії цей показник становив 44% проти 18% при епізодичному лікуванні. Подібні результати показав і АДА, для якого постійний прийом виявився ефективнішим, ніж лише індукційний курс. Відсутність загоєння слизової оболонки супроводжується зростанням частоти госпіталізацій та хірургічних втручань [1, 4].

У дослідженнях із пацієнтами з помірною та тяжкою формою ХК оцінювали різні режими призначення ІНФ. При лікуванні у відкритому режимі загоєння слизової оболонки на 26-му тижні досягали 30% пацієнтів (28 з 93), а саме поліпшення спостерігалося вже з 4-го тижня і чітко відповідало зниженню індексу активності хвороби Крона (CDAI). Додаткові дані показують, що повноцінний індукційний курс давав загоєння у 29% хворих (13 з 45), а після

одноразової інфузії цей результат був усього в 3% випадків. При тривалій терапії через 12 місяців постійне лікування також виявилося значно кращим за епізодичне – 44% (16 з 36) проти 18% (4 з 22). Загоєння слизової є важливим результатом, який надалі дозволяє безпечно скасувати імуносупресивні препарати [1, 4].

Зараз у лікуванні ХК формується новий підхід – досягнення ремісії, яка виходить за межі простої відсутності симптомів. Першим важливим кроком у цьому напрямку стало річне дослідження EXTEND із застосуванням АДА [4]. У ньому науковці запровадили термін «глибока ремісія», що поєднує клінічне покращення (показник CDAI менше 150 балів) та повне загоєння слизової оболонки. Результати EXTEND уперше довели, що прийомом інгібітора ФНП-α можна досягти не лише зовнішнього полегшення, а й повноцінної клініко-ендоскопічної ремісії. У цьому проспективному рандомізованому дослідженні порівнювали два підходи: безперервний прийом АДА та індукційний курс із подальшим переходом на плацебо [4].

У цій же програмі EXTEND було показано, що глибока ремісія суттєво покращує загальні результати лікування. Пацієнти, які досягли її на ранньому етапі (до 12-го тижня), через рік рідше потребували госпіталізації та пов'язаних з ХК оперативних втручань на відміну від пацієнтів, які не досягли ранньої глибокої ремісії. Вони також мали достовірно більш високу якість життя, краще зберігали працездатність і були більш активними у щоденному житті. Крім того, рання глибока ремісія забезпечила економію витрат на медичну допомогу у розмірі близько 9000 доларів США на рік [4].

За даними одного рандомізованого та дев'яти когортних досліджень, АДА залишається ефективним навіть тоді, коли попереднє лікування інфліксимабом не дало бажаного результату. Клінічна ремісія зареєстрована у 12-67% пацієнтів у період ініціюючої терапії та у 29-72% хворих під час проведення підтримуючої терапії. Клінічна відповідь на АДА становила від 29 до 83% під час ініціюючої терапії та 31–59% протягом підтримуючого лікування [2, 5].

Висновки. Оцінювати ефективність терапії хвороби Крона лише за зникненням симптомів недостатньо. Головною метою лікування має бути досягнення глибокої ремісії, яка поєднує покращення клінічного стану за індексом CDAI та повне загоєння слизової оболонки кишечника.

Використання біологічних препаратів, таких як інфліксимаб та адалімумаб, забезпечує тривале загоєння слизової, зменшує частоту госпіталізацій і хірургічних втручань, а також знижує витрати на медичну допомогу. Крім того, адалімумаб залишається ефективним варіантом терапії навіть у разі втрати відповіді на попереднє лікування інфліксимабом.

Список використаних джерел

1. Turner, D., Ricciuto, A., Lewis, A., et al. International Organization for the Study of IBD (2021). STRIDE-II: An Update on the Selecting Therapeutic Targets in Inflammatory Bowel Disease (STRIDE) Initiative of the International Organization for the Study of IBD (IOIBD): Determining Therapeutic Goals for Treat-to-Target

strategies in IBD. Gastroenterology, 160(5), 1570–1583. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.12.031
2. Lichtenstein, G. R., Loftus, E. V., Isaacs, K. L., Regueiro, M. D., Gerson, L. B., & Sands, B. E. (2018). ACG Clinical Guideline: Management of Crohn's Disease in Adults. The American journal of gastroenterology, 113(4), 481–517. https://doi.org/10.1038/ajg.2018.27
3. Kumar, M., Murugesan, S., Ibrahim, N., Elawad, M., & Al Khodor, S. (2024). Predictive biomarkers for anti-TNF alpha therapy in IBD patients. Journal of translational medicine, 22(1), 284. https://doi.org/10.1186/s12967-024-05058-1
4. Rutgeerts, P., Van Assche, G., Sandborn, W. J., Wolf, D. C., Geboes, K., Colombel, J. F., Reinisch, W., EXTEND Investigators, Kumar, A., Lazar, A., Camez, A., Lomax, K. G., Pollack, P. F., & D'Haens, G. (2012). Adalimumab induces and maintains mucosal healing in patients with Crohn's disease: data from the EXTEND trial. Gastroenterology, 142(5), 1102–1111.e2. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2012.01.035.
5. Papamichael, K., & Cheifetz, A. S. (2019). Therapeutic drug monitoring in inflammatory bowel disease: for every patient and every drug?. Current opinion in gastroenterology, 35(4), 302–310. https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000536

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.006.174-177

UNRAVELING PREGNANCY LOSS: HOW GENETIC TESTING OF FETAL TISSUE SHEDS LIGHT ON CHROMOSOMAL ABNORMALITIES

Maksymenko Anna
Master's student
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
National Scientific Center 'Institute of Biology and Medicine',
Department of General and Medical Genetics, Ukraine

Every year, thousands of pregnancies end before term owing to genetic anomalies that remain hidden without specialized testing. Cytogenetic analysis — utilizing approaches like fluorescence in situ hybridization (FISH) and GTG-banding — offers a vital window into the genetic causes of early pregnancy loss and recurrent miscarriage. In a recent investigation at Kyiv's 'Perinatal Center,' we analyzed 108 fetal tissue samples from both miscarriages and prenatal biopsies, uncovering a striking prevalence of chromosomal abnormalities.

Trisomies — where an extra chromosome disrupts development — emerged as the most frequent culprit, especially in miscarriage cases. Our study also detected rare double trisomies and complex sex chromosome changes that would be impossible to identify without advanced cytogenetics. Notably, while FISH provides rapid, targeted

results for specific chromosomes, GTG-banding yields a more extensive view, revealing concealed abnormalities such as polyploidy (an entire extra set of chromosomes) that are strongly linked to pregnancy loss.

The findings show the central role of combining both methods: Together, they not only boost diagnostic effectiveness along with provide families and clinicians with much-needed answers that guide future reproductive decisions. As genetic technologies progress, cytogenetic analysis of fetal tissue continues as a necessary means of understanding — and, ultimately, preventing — genetically driven pregnancy loss.

Keywords: aneuploidy, chorionic villi, FISH, GTG karyotyping, prenatal diagnosis, recurrent pregnancy loss, trisomy, polyploidy.

Why Chromosomal Testing Matters

Modern medicine has made great developments in protecting pregnancies, but many genetic risks remain undetected by standard ultrasound and blood tests. Only specialized genetic analysis can reveal the hidden chromosomal changes responsible for most miscarriages and congenital disabilities.

Every year, millions of families experience the heartbreak of repeated miscarriage, most often caused by undetected chromosomal errors in the embryo. Through understanding the frequency and types of these hidden abnormalities, doctors and scientists seek to provide better answers and, eventually, more effective prevention.

To investigate these genetic mysteries, doctors use two powerful tools: FISH, which quickly checks specific chromosomes, and GTG-banding, which offers a full-picture karyotype of all 23 pairs. Our study in Kyiv used both, analyzing over 100 samples from miscarriages and prenatal biopsies between 2024 and 2025.

Our goals were to pinpoint which chromosomal errors are most common, how frequently they occur, and which testing method grants the clearest answers.

To identify numerical chromosomal abnormalities in chorionic villus cells.

To assess the frequency and spectrum of chromosomal abnormalities in chorionic villi.

To compare the effectiveness of the FISH and GTG methods for detecting chromosomal abnormalities.

Inside the Lab

The research took place at Kyiv’s Perinatal Center between January 2025 and January 2026. Altogether, we analyzed 108 fetal tissue samples using both FISH and GTG banding, interpreting the results in accordance with international genetic standards.

FISH was chosen when results were needed quickly or when only small fragments were available. For miscarriage tissue, GTG-banding was the go-to method because it provides a complete picture of all chromosomes — a key to understanding pregnancy loss.

What We Found

Trisomies — where an extra chromosome disrupts development — stood out as the most frequent abnormality, especially in miscarriage samples.

Table 1. Trisomies detected

Method	Trisomy 13 (AM/BM)	Trisomy 18 (AM/BM)	Trisomy 21 (AM/BM)	Total (AM/BM)
FISH	1 / 1	2 / 1	1 / 6	3 / 8
GTG	13 / 0	8 / 1	2 / 3	23 / 4

Trisomy 13 and 18 were more common in miscarriage tissue, indicating the severe developmental issues they cause. In contrast, trisomy 21 (Down syndrome) — which is compatible with life — was seen more in biopsy samples taken during ongoing pregnancies.

In rare cases, we found two trisomies together, as well as complex changes involving sex chromosomes — discoveries that merely advanced genetic testing can reveal.

Interestingly, only the more comprehensive GTG-banding method showed significant differences in trisomy rates between miscarriage and biopsy samples, bringing out the value of using both techniques.

Polyploidy — where an embryo has an entire extra set of chromosomes — was found only with GTG-banding. This signifies why examining the whole genome is necessary, especially for detecting concealed causes of miscarriage.

Table 2. Detected polyploidy

Method	Triploidy (AM/BM)	Tetraploidy (AM/BM)	Hyperploidy (AM/BM)	Total (AM/BM)
FISH	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
GTG	6 / 1	4 / 0	1 / 0	11 / 1

Abnormalities involving the sex chromosomes — such as Turner syndrome (45, X) — were also frequent in miscarriage tissue, confirming their strong connection to early pregnancy loss.

Table 3. Sex chromosome abnormalities

Method	X monosomy (AM/BM)	X polysomy (AM/BM)	Y polysomy (AM/BM)	Total (AM/BM)
FISH	3 / 1	1 / 4	0 / 2	4 / 7
GTG	6 / 0	2 / 2	1 / 0	9 / 2

A normal genetic profile was found in only about 6–8 percent of miscarriage samples, underlining just how central chromosomal errors are to pregnancy loss. We also identified rare cases like trisomy 15 and trisomy 16, both linked to extremely high miscarriage risk.

Among miscarriage samples, trisomies made up the majority of abnormalities, followed by sex chromosome changes and polyploidy. In contrast, normal genetic results were much more common in biopsies, since those are usually collected from pregnancies previously flagged as higher risk.

What It Means for Families

Our research found that most pregnancy losses are linked to chromosomal errors — especially trisomies. These results help explain why so many pregnancies end unexpectedly and highlight which genetic issues are most to blame.

Trisomies were the leading cause of miscarriage, with normal genetic results seen only rarely. Sex chromosome abnormalities and polyploidy also played key roles.

Combining FISH and GTG-banding methods gives families and doctors the clearest possible answers — quickly and comprehensively. This approach not only improves diagnosis but additionally offers hope for healthier pregnancies in the future.

References

1. Carlson, L. M., & Vora, N. L. (2017). Prenatal diagnosis. Obstetrics and Gynecology Clinics of North America, 44(2), 245–256.
2. Devall, A. J., & Coomarasamy, A. (2020). Sporadic pregnancy loss and recurrent miscarriage. Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynecology.
3. Sheth, F., Rahman, M., Liehr, T., et al. (2015). Prenatal screening for cytogenetic abnormalities – a Western Indian experience. BMC Pregnancy and Childbirth, 15(1).
4. Alfirevic, Z., Navaratnam, K., & Mujezinovic, F. (2017). Amniocentesis and chorionic villus sampling for prenatal diagnosis. Cochrane Database of Systematic Reviews, 9(9).
5. Salomon, L. J., Sotiriadis, A., Wulff, C. B., et al. (2019). Risk of miscarriage following amniocentesis or chorionic villus sampling. Ultrasound in Obstetrics & Gynaecology, 54(4).
6. American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Prenatal genetic screening tests.
7. American College of Obstetricians and Gynecologists. (2016). Practice Bulletin No. 162: Prenatal Diagnostic Testing for Genetic Disorders. Obstetrics & Gynaecology, 127(5), e108–e122.
8. Smits, M. A. J., van Maarle, M., Hamer, G., et al. (2020). Cytogenetic testing of pregnancy loss tissue: a meta-analysis. Reproductive BioMedicine Online, 40(6), 867–879.
9. Essers, R., Lebedev, I. N., Kurg, A., et al. (2023). Prevalence of chromosomal alterations in first-trimester spontaneous pregnancy loss. Nature Medicine.
10. Wu, T., Zhu, Y., Hong, L., et al. (2019). Evaluation of two aneuploidy screening tests for chorionic villus samples: Molecular and Cellular Probes, 46, 101422.
11. An, N., Li, L.-L., Zhang, X.-Y., et al. (2015). Results and pedigree analysis of chromosomal detection in spontaneously aborted villi using FISH. Genetics and Molecular Research, 14(4), 16662–16666.

ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ТАКТИЧНОЇ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ЯК ОСНОВА ПІДВИЩЕННЯ ШАНСІВ НА ВИЖИВАННЯ ГРОМАДЯН УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Моржецький Олександр Віталійович
Єсаулов Михайло Юрійович
Боголій Сергій Миколайович
Кафедра бойового забезпечення та повсякденної діяльності
Факультет лідерства
Військовий Інститут Телекомунікацій та Інформатизації
імені Героїв Крут, Київ, Україна

Повномасштабна війна в Україні зумовила необхідність підвищення рівня готовності населення до дій у надзвичайних ситуаціях, пов'язаних із воєнними ризиками. Руйнування медичної та цивільної інфраструктури, порушення доступу до медичних послуг, переміщення населення та зростання кількості травм, пов'язаних із війною, створюють додаткові виклики для системи охорони здоров'я України [3; 4]. За таких умов важливого значення набуває здатність громадян правильно діяти до моменту прибуття професійної медичної допомоги.

Всесвітня організація охорони здоров'я зазначає, що у 2025 році система охорони здоров'я України продовжувала працювати в умовах значного навантаження, зумовленого атаками на медичну інфраструктуру, переміщенням населення, пошкодженням цивільної інфраструктури та потребою в наданні травматологічної допомоги. Особливо критичним залишаються потреби громад, розташованих поблизу районів бойових дій, де доступ до медичної допомоги може бути ускладненим [3]. Це підкреслює необхідність розвитку не лише професійної медичної системи, а й спроможності населення діяти до моменту отримання кваліфікованої допомоги.

Одним із ключових напрямів підвищення розвитку такої спроможності є формування навичок домедичної допомоги. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09.03.2022 № 441 затверджено низку порядків надання домедичної допомоги при невідкладних станах, зокрема при травмах, масивній зовнішній кровотечі, раптовій зупинці серця, а також окремий порядок надання домедичної допомоги постраждалим в умовах бойових дій або воєнного стану [1].

Специфіка домедичної допомоги полягає в тому, що її часто першими надають саме очевидці події. Міжнародна федерація товариств Червоного Хреста і Червоного Півмісяця зазначає, що в багатьох надзвичайних ситуаціях першими допомагають постраждалим звичайні громадяни, які перебувають поруч із місцем події. За наявності відповідної підготовки вони можуть виконати базові заходи допомоги та підтримувати постраждалого до прибуття

професійних медичних працівників [5]. Отже, підготовка населення до надання домедичної допомоги може розглядатися як один із компонентів стійкості суспільства.

Водночас засвоєння окремих теоретичних положень не гарантує здатності ефективно діяти в реальній ситуації. В умовах небезпеки людина може зіткнутися зі стресом, обмеженням часу, шумом, дезорієнтацією та необхідністю одночасно оцінювати декілька факторів. Саме тому під час підготовки громадян доцільно приділяти особливу увагу практичному формуванню навичок, їх повторенню та контролю правильності виконання.

Практична спрямованість навчання є одним із ключових чинників формування стійкої навички. Теоретичний матеріал доцільно поєднувати з демонстрацією, практичним відпрацюванням та аналізом результатів. При цьому навчальні вправи повинні проводитися в безпечних умовах і відповідати рівню підготовки учасників.

Важливим елементом підготовки є формування практичних навичок самодопомоги та взаємодопомоги. Людина повинна розуміти не тільки те, як допомогти іншому, але й усвідомлювати необхідність власної безпеки перед початком будь-яких дій. Чинний порядок МОЗ України щодо надання домедичної допомоги в умовах бойових дій та воєнного стану передбачає врахування небезпечної обстановки під час організації допомоги постраждалим [1]. Такий підхід має принципове значення, оскільки надання допомоги не повинно створювати додаткову небезпеку для особи, яка її здійснює.

На нашу думку, підготовка громадян України до дій в умовах воєнного стану повинна базуватися на системному поєднанні теоретичної та практичної складових. Поверхове ознайомлення з інформацією не може забезпечити достатнього рівня готовності до дій у складній ситуації. Необхідне регулярне повторення та практичне відпрацювання навичок.

Одним із ключових напрямків удосконалення навчального процесу є використання сценарного підходу. Навчальні ситуації можуть моделювати різні обставини, у яких громадянину необхідно оцінити ситуацію, визначити пріоритетність дій, організувати виклик екстрених служб та надати доступну домедичну допомогу. Такий підхід дозволяє перейти від простого запам’ятовування інформації до формування здатності приймати рішення в конкретній ситуації.

Окрему увагу необхідно приділяти формуванню навичок командної взаємодії. Під час надзвичайної ситуації допомогу можуть одночасно здійснювати декілька людей, тому важливими стають правильний розподіл обов’язків, комунікація та взаємодія. Наказ МОЗ України № 498 від 17.03.2022 передбачає організацію курсів домедичної допомоги в умовах бойових дій та воєнного стану, а також розроблення методичних і навчальних матеріалів та освітніх програм [2]. Це свідчить про необхідність системного підходу до підготовки та уніфікації навчання.

Використання досвіду підготовки військовослужбовців може бути корисним і для розвитку цивільної освіти з домедичної допомоги. У межах дисципліни «Бойова система виживання воїнів» доцільно формувати комплексну готовність людини діяти в умовах небезпеки, поєднуючи навички виживання, тактичної догоспітальної допомоги, самодопомоги та взаємодопомоги. Водночас методики, розроблені для військової підготовки, потребують адаптації до віку, фізичних можливостей і рівня підготовленості цивільного населення.

Особливе значення має формування навички діяти послідовно. У стресовій ситуації людина повинна насамперед оцінити безпеку обстановки, після чого визначити потребу в залученні екстрених служб та діяти відповідно до рівня своєї підготовки. Саме такий підхід передбачений нормативними документами МОЗ України, які визначають окремі порядки надання домедичної допомоги при різних невідкладних станах [1].

Важливою складовою є системне оцінювання результатів навчання. Після практичної вправи доцільно проводити аналіз дій учасників, визначати типові помилки та повторно відпрацьовувати проблемні елементи. Це дозволяє зробити навчальний процес циклічним: навчання — практичне виконання — оцінювання — аналіз помилок — повторне відпрацювання.

Формування у населення навичок надання домедичної допомоги має розглядатися також як складова загальної культури безпеки. Міжнародна федерація Червоного Хреста та Червоного Півмісяця розглядає першу допомогу як важливий компонент формування стійких громад та наголошує на необхідній доступності відповідних навичок для населення [5]. Для України, яка перебуває в умовах тривалої війни, ця проблема набуває особливого значення.

Поточні умови функціонування української системи охорони здоров’я додатково підкреслюють необхідність такої підготовки. За даними ВООЗ, у 2025 році в Україні було зафіксовано зростання кількості атак на медичну систему порівняно з попереднім роком, а потреба в екстреній та травматологічній допомозі залишалася значною [3; 4]. У таких умовах підготовлений громадянин може стати першою ланкою допомоги постраждалому до моменту прибуття професійних служб.

Водночас слід зазначити, що підготовка громадян з домедичної допомоги не передбачає заміни професійної медичної допомоги. Її завдання полягає у формуванні здатності безпечно діяти в межах отриманої підготовки, підтримувати постраждалого та своєчасно залучати екстрені служби. Саме тому навчальні програми повинні чітко визначати межі компетентності учасників та передбачати практичне відпрацювання навичок відповідно до чинних нормативних документів [1; 2].

Таким чином, формування навичок тактичної домедичної допомоги доцільно розглядати не лише як напрям професійної підготовки військовослужбовців, а й як елемент загальної готовності громадян України до дій в умовах воєнного стану. Поєднання теоретичної підготовки, практичного відпрацювання, сценарного навчання, самодопомоги, взаємодопомоги та аналізу

помилок дозволяє створити більш ефективну систему формування відповідних компетентностей [1; 2; 5].

Висновки. В умовах воєнного стану здатність громадян України правильно діяти у разі виникнення небезпечної ситуації є важливою складовою суспільної стійкості. Набуття та вдосконалення навичок тактичної домедичної допомоги спрямоване на підвищення готовності людини діяти до моменту прибуття професійної медичної допомоги.

Належна підготовка повинна забезпечувати практичну спрямованість, передбачати регулярне повторення навичок, використання безпечних навчальних сценаріїв, формування навичок самодопомоги та взаємодопомоги, а також аналіз типових помилок. Досвід підготовки військовослужбовців у межах дисципліни «Бойова система виживання воїнів» може бути використаний як основа для розроблення адаптованих освітніх підходів до підготовки цивільного населення.

Розвиток такої культури безпеки є особливо актуальним для України, оскільки дозволяє підвищувати індивідуальну готовність громадян та одночасно зміцнювати спроможність суспільства реагувати на наслідки воєнних та інших надзвичайних ситуацій [3; 5].

Список використаних джерел

1. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ від 09.03.2022 № 441 «Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах». Київ, 2022. https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-09032022--441-pro-zatverdzhennja-porjadkiv-nadannja-domedichnoi-dopomogi-osobam-pri-nevidkladnih-stanah (18.09.2026).
2. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ від 17.03.2022 № 498 «Щодо організації курсів надання домедичної допомоги постраждалим в умовах бойових дій/воєнного стану для підрозділів сил оборони». Київ, 2022. https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-17032022--498-schodo-organizacii-kursiv-nadannja-domedichnoi-dopomogi-postrazhdalim-v-umovah-bojovih-dijvoennogo-stanu-dlja-pidrozdiliv-sil-oboroni (18.09.2026).
3. World Health Organization. WHO's response to health emergencies in Ukraine: annual report 2025. WHO Regional Office for Europe, 2026. https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2026-12416-52190-80173 (18.09.2026).
4. World Health Organization. Attacks on Ukraine's health care increased by 20% in 2025. 23 February 2026. https://humanitarianhealth.bmj.com/pages/authors?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=submissions&utm_term=jhh&gad_source=1&gad_campaignid=23869486471&gbraid=0AAAAACq6iTwN3fUWokMSIHVOK7dGtehfs&gclid=CjwKCAjwwrPVBhA1EiwAv_YO-TQWWo9Sg5_Q7equu3QUrxGkETs9CdgSXDn0kw7_Q1x_Q7XgRE9AbxoC5PoQAvD_BwE (18.09.2026).

5. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. First aid. Geneva. https://www.icrc.org/en?utm_term=red%20cross%20geneva&utm_campaign=gu_brand_GSN_EN_traffic_text_aok_2023&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2458906539&hsa_cam=20190828627&hsa_grp=149171043483&hsa_ad=659929838849&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-2078140475940&hsa_kw=red%20cross%20geneva&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gad_campaignid=20190828627&gbraid=0AAAADq16wWFYRwFgM-XV1rolmGFVYBRq&gclid=CjwKCAjwwrPVBhA1EiwAv_YO-XlcUbxg0YTED39fTaG7iSa7MPV0uIRo24vegpF0Xs62qKu17eBEahoCuf4QAvD_BwE (18.09.2026).

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.007.182-189

METABOLIC MONITORING DURING PI3K/AKT PATHWAY INHIBITION IN HR-POSITIVE/HER2-NEGATIVE ADVANCED BREAST CANCER: FROM BASELINE RISK ASSESSMENT TO EARLY INTERVENTION

Hryvkova Larysa Volodymyrivna
PhD in Medicine, Assistant
Zotov Oleksii Serhiiovych
PhD in Medicine, Associate Professor
Department of Oncology
Hryvkov Sviatoslav Serhiiovych
Master's student
Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Abstract. Targeted inhibition of the PI3K/AKT pathway has expanded biomarker-guided treatment options for patients with hormone receptor-positive/human epidermal growth factor receptor 2-negative (HR-positive/HER2-negative) advanced breast cancer. However, disruption of physiological insulin signaling is a clinically relevant on-target effect of several agents in this therapeutic class and may result in treatment-associated hyperglycemia. This narrative review summarizes current approaches to baseline risk assessment, glucose monitoring, and early intervention during treatment with alpelisib, inavolisib, and capivasertib. Pretreatment evaluation should include fasting glucose, glycated hemoglobin (HbA1c), body mass index, a history of diabetes or prediabetes, concomitant medications, and other factors associated with impaired glucose tolerance. Monitoring should be agent-specific because the timing of glycemic abnormalities and recommended monitoring schedules differ substantially between therapies. Particular attention is required during

the first weeks of treatment, when dysglycemia may develop rapidly. Early identification of glucose abnormalities enables timely lifestyle intervention, initiation or intensification of antihyperglycemic therapy, and appropriate modification of anticancer treatment when required. A proactive multidisciplinary strategy integrating baseline risk stratification, early glucose monitoring, and prompt intervention may reduce the risk of severe metabolic complications and support continuity of anticancer therapy. Metabolic monitoring should therefore be incorporated into routine management of patients receiving PI3K/AKT pathway-directed treatment rather than initiated only after clinically significant hyperglycemia has developed.

Keywords: breast cancer; PI3K/AKT pathway; alpelisib; inavolisib; capivasertib; hyperglycemia; metabolic monitoring.

Introduction

The PI3K/AKT signaling pathway plays a central role in tumor-cell survival, proliferation, metabolism, and endocrine resistance in HR-positive/HER2-negative breast cancer. The introduction of pathway-directed agents, including the PI3Kα inhibitors alpelisib and inavolisib and the AKT inhibitor capivasertib, has expanded biomarker-guided therapeutic options for patients with advanced disease [9].

At the same time, inhibition of PI3K/AKT signaling interferes with physiological insulin-mediated glucose uptake and systemic metabolic homeostasis [2, 9]. Hyperglycemia is therefore not merely an incidental adverse event but an anticipated mechanism-related toxicity requiring active monitoring. Its clinical relevance extends beyond acute metabolic complications, because uncontrolled hyperglycemia may lead to treatment interruption, dose reduction, or permanent discontinuation and thereby compromise delivery of anticancer therapy [1, 3-5].

Accumulating clinical and real-world evidence indicates that pretreatment metabolic status substantially influences the risk of treatment-emergent dysglycemia. In patients receiving alpelisib, elevated baseline HbA1c has been associated with an increased likelihood of hyperglycemia and subsequent dose modification, while glucose abnormalities often emerge early after treatment initiation [1]. Experience with inavolisib and capivasertib further demonstrates that the optimal intensity and timing of glucose monitoring are agent-specific and should reflect both the characteristics of the drug and the expected temporal pattern of toxicity [4, 5, 9].

These observations support a shift from reactive management of established hyperglycemia toward proactive risk assessment, early monitoring, and timely intervention as integral components of PI3K/AKT pathway-directed therapy.

Aim and Objectives

Aim: to summarize current approaches to metabolic monitoring during PI3K/AKT pathway inhibition in HR-positive/HER2-negative advanced breast cancer and to define a practical strategy for early identification and management of treatment-associated dysglycemia.

Objectives:

1. To identify clinically relevant parameters for pretreatment metabolic assessment and risk stratification.

2. To compare recommended glucose-monitoring schedules for alpelisib, inavolisib, and capivasertib.

3. To evaluate current approaches to early preventive and therapeutic intervention in patients at increased risk of hyperglycemia.

4. To define the role of multidisciplinary support in maintaining metabolic safety and continuity of anticancer therapy.

Materials and Methods

A targeted narrative review of peer-reviewed clinical literature and current official prescribing information was performed. The analysis focused on baseline risk assessment, the timing and clinical pattern of treatment-associated hyperglycemia, glucose-monitoring strategies, preventive and early therapeutic interventions, and multidisciplinary management during PI3K/AKT pathway-directed therapy in HR-positive/HER2-negative advanced breast cancer.

Priority was given to recent clinical studies, expert consensus recommendations, real-world analyses, and current prescribing information for alpelisib, inavolisib, and capivasertib. Particular attention was paid to pretreatment glycemic parameters, the timing of glucose abnormalities after treatment initiation, recommended monitoring schedules, and approaches to early antihyperglycemic intervention.

The purpose of the review was not to compare the overall incidence of hyperglycemia between agents, but to synthesize clinically applicable approaches to prevention, early detection, and management and to identify practical differences in monitoring across PI3K/AKT pathway-directed therapies.

Results and Discussion

Baseline Metabolic Assessment and Risk Stratification

Effective management begins before the first dose of anticancer therapy. Fasting glucose and glycated hemoglobin (HbA1c) should be assessed before initiation of PI3K/AKT pathway-directed treatment, and pre-existing dysglycemia should be optimized whenever possible [2-5].

Baseline HbA1c is particularly informative for risk stratification. In a real-world cohort of patients receiving alpelisib, higher pretreatment HbA1c was significantly associated with both treatment-emergent hyperglycemia and an increased likelihood of subsequent dose reduction or discontinuation [1]. Additional factors associated with increased risk include pre-existing diabetes or prediabetes, elevated body mass index, older age, and other clinical conditions that may impair glucose tolerance [2, 6].

Pretreatment assessment should therefore function not merely as baseline documentation but as a practical risk-stratification tool. Patients with normal glucose metabolism may generally follow the standard monitoring schedule recommended for the selected agent, whereas those with prediabetes, controlled type 2 diabetes, obesity, elevated HbA1c, or multiple risk factors may require intensified glucose monitoring and, in selected cases, endocrinological evaluation before or early after treatment initiation [2].

Importantly, pivotal trials applied restrictive and agent-specific glycemic eligibility criteria, and safety data remain limited for several groups of patients with

pre-existing diabetes, particularly those with poorly controlled disease or those requiring insulin therapy [4, 5, 9]. This limitation should be considered when applying trial-derived monitoring recommendations to routine clinical practice.

Agent-Specific Early Glucose Monitoring

Although fasting glucose and HbA1c assessment are recommended across PI3K/AKT pathway-directed therapies, the timing and intensity of glucose monitoring differ substantially between agents. These differences are particularly important during the first weeks of treatment, when dysglycemia may emerge rapidly. Agent-specific recommendations are summarized in Table 1.

Table 1 - Recommended metabolic monitoring during PI3K/AKT pathway-directed therapy

Agent	Pretreatment assessment	Recommended early fasting-glucose monitoring	Subsequent monitoring
Alpelisib	Fasting glucose and HbA1c; optimize glucose before treatment	At least once weekly during the first 2 weeks	At least every 4 weeks thereafter; HbA1c every 3 months [3]
Inavolisib	Fasting glucose and HbA1c; optimize fasting glucose before treatment	Every 3 days during days 1-7; weekly during days 8-28	Every 2 weeks for the following 8 weeks, then every 4 weeks; HbA1c every 3 months [4]
Capivasertib	Fasting glucose and HbA1c; optimize fasting glucose before treatment	Day 3 or 4 of the dosing week during weeks 1, 2, 4, 6, and 8	Monthly thereafter; HbA1c every 3 months [5]

The timing and intensity of these schedules illustrate an important practical principle: a single generic protocol for “PI3K/AKT inhibitor-associated hyperglycemia” may be inadequate. Monitoring should instead be synchronized with the specific agent and with the period during which glucose abnormalities are most likely to develop.

Early monitoring is particularly relevant during PI3Kα inhibition. In the exploratory interim analysis of the ITACA trial, 21 of 23 patients (91.3%) experienced any-grade hyperglycemia during the first 7 days after alpelisib initiation, while median grade 2-4 hyperglycemia-free survival was 6 days [7]. These findings reinforce the importance of assessing glucose shortly after treatment initiation rather than waiting for a routine monthly visit.

Inavolisib requires particularly intensive monitoring during the early treatment period. Current prescribing information recommends fasting-glucose assessment every 3 days during the first week, weekly during days 8-28, and every 2 weeks during the subsequent 8 weeks before transition to monitoring every 4 weeks [4]. This schedule reflects the potential for rapid glycemic changes and underscores the need for close observation, particularly in patients at increased baseline risk.

Capivasertib follows a different schedule, with fasting-glucose assessment on day 3 or 4 of the dosing week during weeks 1, 2, 4, 6, and 8, followed by monthly monitoring [5]. These differences further emphasize that monitoring intensity should be determined not solely by drug class but by the recommended schedule for the specific agent together with the patient's baseline risk.

In clinical practice, these differences support an individualized approach based on both treatment choice and pretreatment metabolic status. Standard agent-specific schedules may be sufficient for patients with normal glucose metabolism, whereas earlier or more frequent assessment may be appropriate in those with pre-existing dysglycemia or multiple risk factors.

From Risk Identification to Early Intervention

Monitoring has clinical value only when abnormal findings lead to timely intervention. Preventive measures should therefore begin before treatment initiation. Patients should be informed about the risk and symptoms of hyperglycemia and receive practical recommendations regarding diet, avoidance of excessive intake of rapidly absorbed carbohydrates, appropriate physical activity, and early reporting of polyuria, polydipsia, unexplained fatigue, or weight loss [2, 9].

In patients receiving alpelisib, evidence supporting a proactive approach has strengthened. Expert consensus recommendations support consideration of prophylactic metformin in patients with baseline HbA1c in the prediabetic range, particularly when additional risk factors are present [2]. Current alpelisib prescribing information also recommends consideration of metformin premedication based on individual hyperglycemia risk, gastrointestinal tolerability, and clinical circumstances [3]. In the prospective phase II METALLICA study, prophylactic metformin initiated before alpelisib treatment was associated with a low incidence of grade 3-4 hyperglycemia during the first 8 weeks of therapy, including among patients with baseline prediabetes [8].

These findings support early preventive intervention in appropriately selected patients receiving alpelisib but should not be generalized automatically to all PI3K/AKT pathway-directed agents. At present, the evidence base for prophylactic antihyperglycemic therapy is strongest for alpelisib, whereas management during inavolisib or capivasertib treatment should remain guided by agent-specific prescribing information and individual metabolic characteristics.

Once hyperglycemia develops, glucose-lowering therapy should be initiated or intensified promptly according to severity, baseline metabolic status, symptoms, and the anticancer agent being administered. Metformin remains a frequently used first-line option for PI3K inhibitor-associated insulin-resistant hyperglycemia, while additional antihyperglycemic agents may be required in selected patients [2, 9].

Severe hyperglycemia, suspected diabetic ketoacidosis, or rapid metabolic deterioration requires urgent clinical assessment and may necessitate temporary interruption, dose modification, or permanent discontinuation of anticancer therapy in accordance with the relevant prescribing information [3-5].

Thus, the transition from risk identification to early intervention should be structured rather than reactive: pretreatment counseling and metabolic optimization should be followed by agent-specific glucose monitoring and prompt treatment of emerging dysglycemia. This approach may help prevent progression to severe toxicity and reduce avoidable disruption of anticancer therapy.

Multidisciplinary Management and Preservation of Anticancer Therapy

The objective of glycemic management extends beyond normalization of glucose levels. Its broader clinical purpose is to prevent acute metabolic complications, minimize treatment-related toxicity, and support continuation of effective anticancer therapy at an appropriate dose intensity.

This is particularly important in patients with pre-existing dysglycemia or multiple risk factors, in whom glucose abnormalities may develop rapidly and require prompt therapeutic adjustment. Early collaboration between the treating oncologist and a clinician experienced in diabetes management can facilitate pretreatment optimization, interpretation of changing glucose values, selection and adjustment of antihyperglycemic therapy, and safe modification of anticancer treatment when necessary [2, 9].

Expert recommendations and contemporary reviews increasingly support this proactive multidisciplinary model of care [2, 9]. Such an approach is particularly relevant when treatment continuation depends on rapid control of metabolic toxicity and when decisions regarding antihyperglycemic therapy and anticancer dose modification must be coordinated across specialties.

However, the benefits of intensified glucose management should be interpreted within the limits of the current evidence. Available data support improved metabolic safety and the potential to reduce avoidable treatment interruption more directly than improvement in long-term oncological outcomes. Whether standardized metabolic support translates into improved cancer-specific outcomes remains uncertain and requires prospective evaluation [1, 6, 9].

Taken together, these considerations support integration of metabolic care into routine oncological management from treatment initiation rather than referral only after severe hyperglycemia has developed. A coordinated strategy linking baseline risk assessment, agent-specific monitoring, early intervention, and multidisciplinary support may help maintain treatment continuity while reducing the risk of clinically significant metabolic toxicity.

Conclusions

1. Metabolic assessment should precede initiation of PI3K/AKT pathway-directed therapy and should include fasting glucose, HbA1c, history of diabetes or prediabetes, body mass index, and other clinically relevant risk factors. Baseline abnormalities should be optimized whenever possible before treatment begins.

2. The first weeks of treatment represent the critical period for detection of treatment-associated dysglycemia. Monitoring should be agent-specific because recommended schedules differ substantially between alpelisib, inavolisib, and capivasertib.

3. Patients with elevated HbA1c, pre-existing dysglycemia, obesity, or multiple metabolic risk factors may require intensified monitoring and earlier specialist involvement. Risk stratification should therefore guide the intensity of follow-up rather than serve only as baseline documentation.

4. Early intervention should be proactive but evidence-based. Prophylactic metformin has prospective supporting data in patients starting alpelisib, particularly those with prediabetes, whereas this strategy should not be automatically extrapolated to inavolisib or capivasertib. Once hyperglycemia develops, glucose-lowering treatment should be initiated or intensified promptly according to severity, symptoms, baseline metabolic status, and the anticancer agent used.

5. A coordinated model integrating baseline risk assessment, agent-specific monitoring, timely intervention, and multidisciplinary support may reduce severe metabolic toxicity and help preserve continuity of anticancer therapy. Current evidence supports improved metabolic safety and avoidance of unnecessary treatment interruption more directly than improvement in long-term oncological outcomes; the latter remains to be established in prospective studies.

References

1. Shen S., Chen Y., Carpio A., Chang C., Iyengar N. M. Incidence, risk factors, and management of alpelisib-associated hyperglycemia in metastatic breast cancer. Cancer. 2023. Vol. 129, No. 24. P. 3854-3861. DOI: 10.1002/cncr.34928.
2. Gallagher E. J., Moore H., Lacouture M. E., et al. Managing hyperglycemia and rash associated with alpelisib: expert consensus recommendations using the Delphi technique. npj Breast Cancer. 2024. Vol. 10. Article 12. DOI: 10.1038/s41523-024-00613-x.
3. Novartis Pharmaceuticals Corporation. PIQRAY (alpelisib) tablets, for oral use: Prescribing Information [Electronic resource]. Available at: https://www.novartis.com/us-en/sites/novartis_us/files/piqray.pdf (accessed 18.09.2026).
4. Genentech, Inc. ITOVEBI (inavolisib) tablets, for oral use: Prescribing Information [Electronic resource]. Revised 04/2026. Available at: https://www.gene.com/download/pdf/itovebi_prescribing.pdf (accessed 18.09.2026).
5. AstraZeneca Pharmaceuticals LP. TRUQAP (capivasertib) tablets, for oral use: Prescribing Information [Electronic resource]. Revised 06/2026. Available at: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2026/218197s004lbl.pdf (accessed 18.09.2026).
6. Rodón J., Demanse D., Rugo H. S., et al. A risk analysis of alpelisib-induced hyperglycemia in patients with advanced solid tumors and breast cancer. Breast Cancer Research. 2024. Vol. 26. Article 36. DOI: 10.1186/s13058-024-01773-1.
7. Pancirov M., Flam J., Šuto Pavičić J., et al. Dynamics of hyperglycemia of patients treated with alpelisib: exploratory interim analysis of ITACA trial. The Oncologist. 2025. Vol. 30, No. 3. Article oyaf023. DOI: 10.1093/oncolo/oyaf023.

8. Llombart-Cussac A., Pérez-Garcia J. M., Ruiz Borrego M., et al. Preventing alpelisib-related hyperglycaemia in HR+/HER2-/PIK3CA-mutated advanced breast cancer using metformin (METALLICA): a multicentre, open-label, single-arm, phase 2 trial. EClinicalMedicine. 2024. Vol. 71. Article 102520. DOI: 10.1016/j.eclinm.2024.102520.
9. Jhaveri K. L., Iyengar N. M., Turner N. C., et al. Clinical management of common toxicities with inhibitors targeting the PI3K/AKT/mTOR pathway in breast cancer. ESMO Open. 2026. Vol. 11, No. 2. Article 105936. DOI: 10.1016/j.esmoop.2025.105936.

Section: Military Affairs and National Security

АНАЛІЗ ВИКЛИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ З ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ (OSINT) У СУЧАСНИХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

Станімак Олександр
викладач
Шмиголь Вячеслав
доцент кафедри
Калеников Руслан
викладач
Кафедра бойового забезпечення та повсякденної діяльності факультету лідерства
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, Україна

Вступ. У сучасних умовах ведення війни розвідка на основі відкритих джерел (OSINT – Open Source Intelligence) – як систематичний процес збору, аналізу та інтерпретації інформації з повністю відкритих, легальних джерел для отримання actionable intelligence — готових до застосування розвідувальних даних. Супутникові знімки комерційного призначення, інформація з соціальних мереж, медіа-ресурсів та онлайн-радарів дозволяє оперативно отримувати критичні дані про сили та засоби противника. Проте, головним викликом OSINT є стрімкий розвиток генеративного штучного інтелекту (генерація дипфейків), критично високий рівень інформаційного шуму, анонімність авторів та масовані кампанії з дезінформації, що вимагає розробки нових підходів до оцінювання достовірності таких даних. ШІ дозволяє масово створювати настільки реалістичні підроблені фото, відео, аудіо та супутникові знімки, що традиційні методи верифікації перестають працювати. Це змушує OSINT-дослідників витрачати значно більше часу на перевірку кожного факту, що критично в умовах швидкої зміни подій, вчасності на полі бою в умовах воєнного конфлікту.

Мета дослідження — проаналізувати специфіку оцінювання достовірності OSINT-даних, виявити обмеження класичних методологій та визначити перспективні шляхи автоматизації верифікації інформації з відкритих джерел.

Замість таємного викрадення секретів, OSINT-дослідження спрямоване на те, щоб знайти розрізнені відкриті факти, об'єднати їх у логічний ланцюжок і перетворити сирі дані на стратегічну розвідінформацію.

Застосування у військовій та безпековій сферах конкретна мета дослідження поділяється на кілька ключових напрямків:

- Оцінка спроможностей ворога - встановлення точної кількості, типів та місць дислокації техніки, живої сили та логістичних вузлів.

- Підтвердження подій: аналіз супутникових знімків та відео з соцмереж для оцінки реальних наслідків ракетних чи дронових ударів.

- Розслідування воєнних злочинів: ідентифікація осіб (командирів та виконавців), фіксація геолокації та часу скоєння злочину для формування доказової бази в міжнародних судах.

Аналіз проблем та обмежень оцінювання OSINT-даних.

Оцінювання OSINT-даних є критичним етапом розвідки, оскільки відсутність належної фільтрації перетворює масив інформації на «цифровий шум» або інструмент дезорієнтації. Головною проблемою оцінювання OSINT є високий ризик упередженості дослідника (когнітивні спотворення) на тлі навмисного викривлення інформації супротивником.

Проблеми та обмеження, що виникають під час аналізу відкритих джерел, поділяють на чотири ключові групи.

1. Проблеми верифікації та надійності джерел:

- Асиметрія довіри до джерела: на відміну від класичної агентурної розвідки, де агента перевіряють роками, в OSINT автором повідомлення часто є анонімний або випадковий свідок (наприклад, акаунт у X/Twitter чи Telegram). Оцінити його мотиви, компетентність та неупередженість вкрай важко.

- Навмисна дезінформація: держави та спецслужби створюють складні цифрові міражі — підробляють супутникові знімки, монтують відео, змінюють часові мітки або масово «вкидають» неправдиві дані через мережі ботів, щоб пустити OSINT-аналітиків хибним слідом.

- Проблема «ехо-камери»: Одне й те саме фейкове або неперевірене повідомлення передруковують сотні медіа та блогерів. Аналітик, який бачить високу цитованість новини, може помилково оцінити її як надійну, хоча в її основі лежить єдине недостовірне першоджерело.

2. Технологічні обмеження та виклики штучного інтелекту (ШІ):

- ера генеративного ШІ (дипфрейки): сучасні технології дозволяють створювати фотореалістичні зображення техніки, підробляти голоси командувачів чи генерувати текстові звіти. Оцінювати такі дані традиційними методами (на кшталт аналізу тіней чи текстур) стає неможливо без автоматизованих криміналістичних інструментів.

- алгоритми та цензура платформ: пошукові системи та соцмережі використовують алгоритми ранжування, які показують контент на основі популярності, а не його правдивості. Крім того, платформи обмежують безкоштовний доступ до API (спеціальний програмний механізм, який дозволяє різним програмам, додаткам або сайтам «спілкуватися» між собою та безпечно обмінюватися даними), що ускладнює глибокий збір та автоматизоване оцінювання великих масивних даних

3. Людський фактор та когнітивні обмеження:

- упередженість підтвердження: аналітики схильні шукати, інтерпретувати та вибирати лише ті OSINT-дані, які підтверджують їхню початкову гіпотезу або відповідають очікуванням керівництва, ігноруючи суперечливі факти.

- емоційне та психологічне навантаження: аналіз жорстокого контенту (кадри з місць обстрілів, катастроф) знижує концентрацію та критичне мислення дослідника, що призводить до помилок під час перевірки фактів та оцінювання таймлайнів.

4. Юридичні та етичні обмеження:

- правовий статус даних (використання деяких відкритих даних, а саме злиті хакерами закритих баз даних або персональної інформації балансує на межі закону. Нелегально чи неетично отримані дані часто не можуть бути офіційним доказом у судах.

- ризик деанонімізації аналітика: активний збір інформації (наприклад, перегляд профілів цілі, відвідування специфічних форумів) без належних інструментів маскування (OPSEC) дозволяє протилежній стороні зафіксувати інтерес дослідника та підкинути йому таргетовану дезінформацію.

Методи мінімізації цих обмежень.

Для подолання цих проблем сучасні OSINT-центри застосовують матричні методи оцінювання, найвідомішим з яких є матриця Адміралтейства. Вона вимагає від аналітика оцінювати будь-яку інформацію окремо за двома шкалами:

1. Надійність джерела (від «повністю надійне» до «надійність не може бути оцінена»).

2. Вірогідність інформації (від «підтверджена іншими джерелами» до «малоймовірна»).

У просторі OSINT джерелом часто є анонімний Telegram-канал, новостворений акаунт у соцмережі X (Twitter) або цивільна особа. Визначити сталий рівень надійності такого джерела в умовах ручного аналізу неможливо.

Вразливість до рефлексивного управління та ІПСО. Противник системно використовує відкритий медіапростір для вкидання викривлених даних, створення хибних геолокацій (генерація фейкових метаданих) та поширення скоординованого неправдивого контенту (зокрема, Deepfake-відео та генеративних ШІ-текстів).

Надмірний обсяг та дублювання. Одне й те саме першоджерело (наприклад, відео прильоту ракети) може бути репостнуте тисячами каналів із різними текстовими інтерпретаціями та різним часовим описом. Це створює хибне враження масовості та заплутує аналітиків, які намагаються оцінити вірогідність.

Специфіка комерційних геопросторових даних. Супутникові знімки від комерційних постачальників є надійними, проте періодичність їх оновлення та можливість навмисного затуманювання/модифікації з боку операторів супутників створюють додаткові ризики для оцінки актуальності інформації.

Напрями вдосконалення процесів оцінювання.

Для ефективного оцінювання достовірності OSINT-даних у військових системах ситуаційної обізнаності необхідний перехід до автоматизованих систем мультидоменного аналізу:

1. Алгоритми аналізу цифрового сліду: автоматична перевірка метаданих фото- та відеоматеріалів, аналіз історії створення та поведінкових патернів

акаунтів-джерел за допомогою методів машинного навчання (виявлення бот-мереж).

2. Кросс-платформена автоматична геолокація: застосування моделей комп'ютерного зору для зіставлення кадрів із відкритих джерел із тривимірними моделями місцевості та верифікованими супутниковими картами (панорами, рельєф) з метою перевірки реальності заявлених координат.

3. Обчислювальна лінгвістика для аналізу тональності та першоджерел: використання мовних моделей для відстеження ланцюжків поширення інформації, виявлення маніпулятивних лінгвістичних маркерів та виокремлення реального фактажу з емоційного тексту.

Висновки. Класичні військові стандарти оцінювання розвідувальної інформації потребують глибокої адаптації до специфіки OSINT. Створення спеціалізованих алгоритмічних модулів оцінки достовірності на основі штучного інтелекту дозволить перетворити хаотичний потік даних із відкритих джерел на структурований, перевірений та придатний для ухвалення бойових рішень масив розвідувальної інформації.

Список використаних джерел

1. Артем'єв В. А., Коваль М. В. Особливості застосування розвідки на основі відкритих джерел (OSINT) в умовах сучасних збройних конфліктів. Збірник наукових праць Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. 2023. Т. 18, № 2. С. 45–52.
2. Резніченко С. О. Трансформація класичних військових стандартів оцінювання розвідувальної інформації (Admiralty Code) під впливом цифрових технологій. Стратегічна панорама. 2024. № 1. С. 77–85.
3. Гнатюк С. О., Юдін О. К. Загрози використання технологій штучного інтелекту (Deepfakes) в інформаційно-психологічних операціях під час війни. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. Т. 3, № 21. С. 112–125.
4. Ковальова О. М. Правовий статус інформації з відкритих джерел як доказової бази в Міжнародному кримінальному суді. Український часопис міжнародного права. 2024. № 2. С. 41–49.
5. Шевченко М. В., Сидоренко О. В. Використання методів обробки природної мови (NLP) для детекції маніпулятивних маркерів у військово-політичних текстах. Штучний інтелект. 2025. № 2. С. 89–98.
6. STANAG 2511: Intelligence Evaluation – AJP-2.1 (Ed. 1). Brussels : NATO Standardization Office, 2016. 24 p.
7. Krizhevsky A. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Communications of the ACM. 2017. Vol. 60, no. 6. P. 84–90.
8. Berkeley Protocol on Digital Open Source Investigations. UNHCR & Human Rights Center at UC Berkeley School of Law. New York ; Geneva : United Nations, 2022. 114 p.
9. Hassan N. A., Hijazi R. Open Source Intelligence Methods and Tools: A Practical Guide to Online Intelligence. Apress, 2018. 325 p.

АНАЛІЗ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ У СУЧАСНОМУ БЕЗПЕКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Шмиголь Вячеслав
доцент кафедри
Станімак Олександр
викладач
Калеников Руслан
викладач
Кафедра бойового забезпечення та повсякденної діяльності факультету лідерства
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, Україна

Вступ. Сучасний збройний конфлікт є принципово інформаційним за своїм характером: перевага у цифровому просторі багато в чому визначає результат тактичних і оперативних рішень на полі бою. Це підтверджує досвід повномасштабного вторгнення російської федерації проти України, що розпочалося у лютому 2022 року: сторона, яка швидше отримує достовірну інформацію та оперативно перетворює її на обґрунтовані бойові рішення, набуває суттєвої переваги над противником, що покладається на традиційні аналітичні підходи.

Для забезпечення точного стратегічного планування та управлінських рішень необхідно приділити особливу увагу щодо оцінки достовірності розвідувальних даних які є вирішальним моментом.

Сутність та виклики оцінювання даних. Достовірність розвідувальних даних відображає те, на скільки зібрана інформація з різних джерел збігається з реальними фактами та дійсним станом справ. Важливим моментом є розмежування оцінки надійності джерела (не можна вірити інформації лише тому, що вам подобається той хто її приніс, так само не можна відкидати новину лише тому, що її повідомив сумнівний інформатор).

Основним деструктивним чинником, що знижує якість оцінювання розвідувальних даних, є когнітивні упередження аналітиків. Ці системні помилки мислення виникають через підсвідоме прагнення людського мозку спрощувати великі обсяги інформації за допомогою шаблонних стереотипів. Під час проведення аналізу виникає суб'єктивне викривлення реальності (зокрема, через однобічний пошук підтверджувальних фактів, залежність від першого враження, ілюзію бажаного або груповий тиск), що суттєво впливає на об'єктивність аналітичних висновків і створює загрозу для стратегічного планування. Також критичним є чинник часу: в умовах високодинамічних

конфліктів розвідувальні дані швидко втрачають актуальність, що вимагає балансу між швидкістю обробки та глибиною перевірки.

Методологічні стандарти та підходи. Забезпечення об'єктивності та уніфікації аналітичних процесів у міжнародній практиці використовуються наступні підходи:

1. Система Admiralty Code (також відома як Адміралтейський код**,** Адміралтейська шкала **або** Матриця НАТО 6х6) – це стандартизований воєнно-розвідувальний система, призначена для двовимірної оцінки та перевірки інформації. Принцип даної системи полягає в ізольованому та незалежному оцінюванні двох параметрів, а саме: надійності носія інформації та вірогідності самої наданої інформації. Результатом оцінювання є двосимвольний альфа-нумеричний код (наприклад A1, B2, F6), де літерна шкала позначається надійність джерела інформації, а номерна – вірогідність інформації.

Довідково.

Літерна шкала.

A — Повністю надійне
B — Зазвичай надійне
C — Досить надійне
E — Ненадійне
F — Надійність не може бути оцінена

Номерна шкала.

1 — Підтверджена.
2 — Ймовірно правдива.
3 — Можливо правдива.
4 — Сумнівна.
5 — Неймовірна.
6 — Вірогідність не може бути оцінена.

2. Аналіз конкуруючих гіпотез це високоструктурований аналітичний метод, призначений для об'єктивного оцінювання кількох взаємовиключних припущень в умовах дефіциту, суперечливості або навмисного спотворення інформації. В умовах сьогодення дана система активно застосовується у геополітичній та воєнній розвідці (включно з доктринами країн НАТО), кіберрозвідці, та OSINT-дослідженнях.

3. Метод тріангуляції (у контексті аналізу даних — крос-перевірка або крос-підтвердження) — це епістеміологічний та методологічний підхід, який полягає у використанні кількох незалежних джерел, методів, дослідників чи теоретичних моделей для вивчення одного й того самого явища.

Даний метод походить із геодезії та навігації, де для точного визначення координат невідомого об'єкта вимірюють відстані до нього з кількох різних точок під певними кутами. Потім цей принцип застосували у військовій розвідці, аналітиці великих даних та OSINT.

Головна мета тріангуляції — мінімізація суб'єктивізму, усунення системних помилок та підвищення надійності фінальних висновків.

Технологічний аспект та перспективи. Розвиток технологій штучного інтелекту та аналізу великих масивів даних створює нові можливості для автоматизації первинної фільтрації інформації та виявлення аномалій. Водночас створення даних за допомогою штучного інтелекту полегшує створення високоякісної неправдивої інформації, що ускладнює перевірку цифрових слідів. За таких умов безальтернативною залишається концепція «Human-in-the-loop» (людина в контурі управління), де технології виконують роль асистента, а фінальну оцінку достовірності здійснює аналітик.

Висновки. Оцінювання достовірності розвідувальних даних є динамічним процесом, який потребує системної трансформації під впливом сучасних загрозоутворюючих чинників. Основними напрямами підвищення ефективності цього процесу є: автоматизація стандартизованих матричних систем оцінки (зокрема стандартів НАТО), розвиток навичок критичного мислення та протидії когнітивним упередженням у аналітиків, а також синергетичне поєднання технологій автоматизованого аналізу з експертними людськими висновками.

Список використаних джерел

1. Баранівський В. В. Інформаційна війна росії проти України. Наукові перспективи (серія «Політичні науки / Державне управління»). 2023. С. 45–58.
2. Марценко Н. С. Поняття та види інформаційних війн. Російсько-українська війна: право, безпека, світ : зб. матер. наук.-практ. конф. Тернопіль : Західноукраїнський національний університет, 2022. С. 239–242.
3. STANAG 2511: Intelligence Evaluation – AJP-2.1 (Ed. 1). Brussels : NATO Standardization Office, 2016. 24 p.
4. Heuer R. J. Psychology of Intelligence Analysis. Center for the Study of Intelligence, Central Intelligence Agency, 1999. P. 111–146.
5. Wilcox J. Critical Review of the Analysis of Competing Hypotheses Technique: Lessons for the Intelligence Community. Intelligence and National Security. 2024. Vol. 39, no. 6. P. 941–962.
6. Mandel D. R., Irwin D. Improving information evaluation for intelligence production. Intelligence and National Security. 2019. Vol. 34, no. 4. P. 503–525.

Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering

ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРУ НЕК ДЛЯ ГОТЕЛІВ ТА РЕКРЕАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

Лужанська Ганна Вікторівна
к.т.н., доцент
Рєпін Юрій Сергійович
аспірант
Гринько Євгенія Олегівна
здобувачка вищої освіти
Шапіро Даніїл Валентинович
здобувач вищої освіти
Національний університет «Одеська політехніка»
м. Одеса, Україна

Сучасні готельні та рекреаційні комплекси потребують значних обсягів теплової енергії, величина яких може істотно змінюватися залежно від сезону, режиму експлуатації будівлі, кількості відвідувачів та інших факторів. Теплова енергія необхідна для опалення приміщень, забезпечення гарячого водопостачання, підтримання комфортних параметрів мікроклімату та функціонування інших інженерних систем об'єкта. У зв'язку з цим важливого значення набуває правильний вибір джерел теплопостачання та їх раціональне поєднання під час проєктування й експлуатації інженерних систем. Теплотехнічне обладнання має забезпечувати необхідну теплову продуктивність та водночас відповідати основним вимогам щодо надійності, економічності та забезпечення комфортних умов для споживачів.

Розвиток сучасних систем теплопостачання супроводжується розширенням спектра технологій, які можуть використовуватися для забезпечення тепловою енергією будівель і споруд різного функціонального призначення. Особливо актуальним це питання є для готельних комплексів та рекреаційних об'єктів, для яких характерні нерівномірні та змінні режими споживання теплової енергії. На характер теплового навантаження можуть впливати сезонність роботи об'єкта, кількість гостей, режим використання окремих приміщень, потреби в гарячому водопостачанні та інші експлуатаційні чинники.

Поряд із традиційними джерелами теплоти, зокрема газовими котлами, дедалі ширше застосовуються енергоефективні та альтернативні технології — теплові насоси, геліосистеми та котли, що використовують біомасу як паливо. Кожен із зазначених видів обладнання має власні технічні та експлуатаційні особливості, що визначають сферу його доцільного використання [1-5]. Водночас вибір джерела теплопостачання не може ґрунтуватися лише на його

тепловій потужності чи технічних характеристиках. Необхідно враховувати сукупність економічних, енергетичних, експлуатаційних та споживчих показників, зокрема вартість енергоносіїв, ефективність перетворення енергії, витрати на експлуатацію та обслуговування, можливість автоматизації роботи, рівень шуму та стабільність забезпечення теплового навантаження.

Таким чином, різні джерела теплопостачання характеризуються специфічним поєднанням переваг і обмежень. Підвищення ефективності за одним із показників може супроводжуватися певними недоліками за іншими критеріями. Це визначає необхідність застосування комплексного підходу до вибору та оцінювання джерел теплопостачання**,** який дає змогу врахувати технічні, економічні та експлуатаційні характеристики обладнання та визначити доцільність його використання в конкретних умовах готельних і рекреаційних комплексів.

На основі аналізу літературних джерел запропоновано інтегральний НЕК-параметр, призначений для комплексного оцінювання якості та доцільності використання різних джерел теплопостачання. Запропонований показник об’єднує три основні групи характеристик теплового обладнання: надійність, економічність та комфортність.

НЕК-параметр являє собою інтегральний коефіцієнт, який у числовій формі характеризує сукупну оцінку обраного джерела теплопостачання. Методика може бути застосована для порівняння різних типів теплового обладнання, зокрема конденсаційних газових котлів, теплових насосів, геліосистем та пелетних котлів. При цьому кожна з трьох складових оцінюється окремо, що дає змогу врахувати специфічні експлуатаційні особливості відповідного обладнання.

Необхідність використання інтегрального показника зумовлена тим, що різні джерела теплопостачання мають як переваги, так і певні обмеження. Наприклад, обладнання може характеризуватися високою енергоефективністю та низькими експлуатаційними витратами, але водночас потребувати складного технічного обслуговування. Інше джерело може забезпечувати високий рівень автоматизації та комфорту, проте мати значні капітальні витрати. Водночас просте та надійне обладнання може відрізнятися підвищеними витратами на паливо або експлуатацію. Тому оцінювання теплотехнічного обладнання за одним окремим критерієм не дає змоги отримати об’єктивну комплексну характеристику його споживчих та експлуатаційних властивостей.

У базовому варіанті НЕК-параметр визначається як сума трьох нормованих складових — показників надійності, економічності та комфортності. Такий підхід дає можливість перевести різнорідні характеристики обладнання в єдину систему оцінювання та здійснити їх комплексне порівняння.

Таким чином, запропонований НЕК-параметр дає змогу перейти від оцінювання теплового обладнання за окремими технічними характеристиками до комплексної оцінки його надійності, економічності та комфортності**,** що створює основу для обґрунтованого вибору джерела теплопостачання з

урахуванням конкретних умов експлуатації готельних і рекреаційних комплексів.

Надійність характеризує здатність основного теплотехнічного обладнання забезпечувати стабільне, безперервне та тривале функціонування за заданих умов експлуатації без виникнення відмов і значного зниження робочих характеристик. Оцінювання надійності передбачає врахування комплексу конструктивних та експлуатаційних чинників, серед яких складність конструкції обладнання, кількість рухомих і найбільш навантажених елементів, стійкість до впливу зовнішніх факторів, імовірність виникнення аварійних ситуацій, а також періодичність і складність проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Високий рівень надійності теплового обладнання є особливо важливим для готельних і рекреаційних комплексів, оскільки стабільність роботи системи теплопостачання безпосередньо впливає на безпеку експлуатації, безперервність надання послуг та підтримання належних умов перебування споживачів.

Економічність характеризує ефективність використання теплового обладнання з урахуванням сукупних енергетичних та фінансових витрат протягом усього життєвого циклу установки. Цей критерій дає змогу оцінити раціональність використання енергетичних ресурсів, рівень їх споживання для виробництва необхідної кількості теплової енергії, а також визначити витрати, пов’язані з експлуатацією, технічним обслуговуванням і ремонтом обладнання.

При оцінюванні економічності доцільно враховувати не лише поточні експлуатаційні витрати, а й початкові капітальні вкладення, вартість енергоносіїв, витрати на технічне обслуговування та прогнозований термін експлуатації обладнання. Такий комплексний підхід дозволяє більш об’єктивно визначити економічну ефективність різних джерел теплопостачання та здійснити їх коректне порівняння.

Комфорт характеризує загальний рівень зручності, ергономічності та безпеки використання теплового обладнання в процесі його експлуатації. Цей критерій охоплює сукупність характеристик, пов’язаних із керуванням обладнанням, зручністю його обслуговування, рівнем автоматизації та простотою взаємодії користувача із системою теплопостачання.

Під час оцінювання комфортності також враховуються умови перебування людей у приміщеннях, на які впливає робота теплового обладнання. До таких параметрів належать стабільність підтримання заданої температури, рівень теплового комфорту, шумове навантаження, безпечність експлуатації та загальна сприятливість мікрокліматичних умов. Таким чином, критерій комфортності дає змогу оцінити не лише зручність керування та обслуговування теплової установки, а й рівень комфорту та безпеки, який вона забезпечує для користувачів.

Проведений аналіз значень НЕК-параметра свідчить про наявність відмінностей між розглянутими джерелами теплопостачання за сукупністю основних експлуатаційних характеристик. Найвище значення інтегрального

показника отримано для повітряного теплового насоса та пелетного котла, що свідчить про збалансоване поєднання їхніх показників надійності, економічності та комфортності. Найнижче значення НЕК-параметра за результатами проведеного оцінювання характерне для ґрунтового теплового насоса. Газовий конденсаційний котел і геліосистема демонструють проміжні значення інтегрального показника.

Водночас отримані результати не слід розглядати як єдиний критерій вибору джерела теплопостачання. НЕК-параметр доцільно використовувати як один з інструментів комплексного оцінювання, який дає змогу врахувати сукупність експлуатаційних характеристик обладнання. Остаточний вибір системи теплопостачання має здійснюватися з урахуванням її техніко-економічних показників, величини початкових капітальних витрат, експлуатаційних умов, доступності енергетичних ресурсів, особливостей теплового навантаження, а також функціонального призначення та специфіки експлуатації конкретного готельного комплексу або рекреаційного об’єкта.

Список використаних джерел

1. Bălănescu D.-T., Homutescu V.-M. Experimental investigation on performance of a condensing boiler and economic evaluation in real operating conditions. Applied Thermal Engineering. 2018. Vol. 143. P. 48–58. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.07.082
2. Bellanco I., Fuentes E., Vallès M., Salom J. A review of the fault behavior of heat pumps and measurements, detection and diagnosis methods including virtual sensors. Journal of Building Engineering. 2021. Vol. 39. Article 102254. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102254
3. Sezen K., Gungor A. Comparison of solar assisted heat pump systems for heating residences: A review. Solar Energy. 2023. Vol. 249. P. 424–445. https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.11.051
4. Louvet Y., Fischer S., Furbo S. et al. Economic comparison of reference solar thermal systems for households in five European countries. Solar Energy. 2019. Vol. 193. P. 85–94. https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.019
5. Sgarbossa A. et al. Survey of modern pellet boilers in Austria and Germany – System design and customer satisfaction of residential installations. Applied Energy. 2015. Vol. 160. P. 390–403. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.09.055

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ЧИТАННЯ

Шкулка Марія
магістр
Задільська Галина
к. філ. н., доцент
Кафедра практики англійської мови і методики її навчання,
Дрогобицький державний педагогічний університет
ім. Івана Франка, Україна

Анотація. У статті здійснено теоретичний аналіз поняття комунікативної компетентності, її структури та ролі читання як виду мовленнєвої діяльності у процесі формування цієї компетентності в учнів старшої школи. Обґрунтовано принципи організації навчання читання з урахуванням комунікативного підходу. Систематизовано прийоми роботи з різними видами читання, інтерактивні технології та шляхи організації самостійної читацької діяльності. Показано, що цілеспрямоване поєднання skimming, scanning, intensive reading та extensive reading із дискусійними, проєктними, рольовими й цифровими формами роботи забезпечує перехід від перевірки розуміння тексту до його використання в реальних комунікативних ситуаціях.

Ключові слова: комунікативна компетентність, читання, учні старшої школи, автентичний текст, комунікативний підхід, skimming, scanning, intensive reading, extensive reading, інтерактивні технології, самостійна робота.

Введення. Формування комунікативної компетентності учнів старшої школи належить до пріоритетних завдань сучасної іншомовної освіти. Саме на цьому етапі навчання має відбутися перехід від переважно навчального володіння іноземною мовою до відносно самостійного й ситуативно адекватного її використання. Читання як рецептивний вид мовленнєвої діяльності забезпечує значний обсяг автентичного мовного матеріалу, сприяє розвитку лінгвістичного, дискурсивного, стратегічного та соціокультурного складників компетентності й створює основу для продуктивних видів спілкування.

У шкільній практиці робота з текстами нерідко зводиться до перевірки розуміння змісту. Такий підхід знижує комунікативний потенціал читання: учень може правильно відповісти на питання «хто? що? де?», але не вміє використати прочитане для аргументації, дискусії чи створення власного висловлювання. Сучасна освіта вимагає не лише рецептивних умінь, а й здатності критично осмислювати текст, формулювати власну позицію та інтегрувати читання з говорінням і письмом.

У вітчизняній методиці навчання іноземних мов комунікативну компетентність і читання як вид мовленнєвої діяльності досліджено в працях С. Ю. Ніколаєвої, В. Г. Редька, А. І. Українець, А. В. Усатого та Ю. П. Федоренко [1; 2; 4; 5; 6]. Зарубіжні дослідники М. Канале, Ф. Грелет і К. Наттал доповнюють це розуміння моделями комунікативної компетентності та стратегіями роботи з текстом [11; 15; 17]. Водночас питання цілісної методики формування комунікативної компетентності учнів старшої школи саме у процесі читання – з урахуванням видів читання, інтерактивних технологій і самостійної роботи – залишається недостатньо розробленим. Ця обставина визначає актуальність пропонованого дослідження.

Мета та задачі дослідження. Мета статті – теоретично обґрунтувати та окреслити методику формування комунікативної компетентності учнів старшої школи у процесі навчання читання. Для досягнення мети поставлено такі задачі: уточнити поняття комунікативної компетентності та її структуру в навчанні іноземної мови; схарактеризувати читання як вид мовленнєвої діяльності й визначити його роль у формуванні компетентності; виявити психолого-педагогічні особливості роботи з текстами в старшій школі; обґрунтувати принципи комунікативно орієнтованого навчання читання; систематизувати прийоми, види вправ, інтерактивні технології та шляхи організації самостійної читацької діяльності.

Результати дослідження і їх обговорення. Комунікативна компетентність у сучасному навчанні іноземних мов не зводиться до знання граматики й лексики. Відправною точкою для більшості моделей стала ідея про те, що володіння мовною системою є необхідним, але недостатнім: потрібно вміти використовувати мову доречно в конкретних соціальних ситуаціях. У класичній чотирикомпонентній моделі М. Канале граматичний, соціолінгвістичний, стратегічний і дискурсивний складники утворюють цілісну систему [11]. Цю логіку розширено в моделі комунікативної мовної здатності Л. Бахмана, де компетентність поєднується зі здатністю застосовувати її в контексті [8]. Саме така структура й досі становить основу більшості методичних систем.

У вітчизняній методиці іншомовну комунікативну компетентність розглядають як інтегроване утворення, що поєднує мовну, мовленнєву та соціокультурну компетентності; такий підхід обґрунтовано в колективній праці за редакцією С. Ю. Ніколаєвої [1]. Мовна компетентність забезпечує знання системи мови, мовленнєва реалізується через чотири види діяльності, соціокультурна відповідає за адекватність поведінки в міжкультурному спілкуванні. Уточнені моделі А. І. Українець і Ю. П. Федоренко додають прагматичний, стратегічний і дискурсивний виміри та підкреслюють їхню особливу вагу саме в старшій школі, де учні вже здатні свідомо обирати способи подолання мовних труднощів [4; 6].

У Загальноєвропейських рекомендаціях Ради Європи з мовної освіти комунікативну компетентність описано через лінгвістичний, соціолінгвістичний і прагматичний складники [12]. У міжкультурному вимірі, за М. Байрамом,

компетентність тлумачать як здатність взаємодіяти з носіями іншої культури, узгоджувати прийнятний спосіб спілкування та виступати посередником між різними культурними спільнотами [10]. Для старшої школи це означає, що вчитель має працювати не лише над правильністю висловлювань, а й над їхньою доречністю, зв'язністю, гнучкістю та міжкультурною чутливістю.

Узагальнення різних класифікацій дає змогу представити структуру комунікативної компетентності як багаторівневу систему. На базовому рівні перебуває лінгвістична компетентність, без якої неможливе жодне спілкування. Далі формується мовленнєва компетентність у чотирьох видах діяльності. Соціолінгвістичний і соціокультурний рівні забезпечують адекватність спілкування. Стратегічний і дискурсивний рівні дозволяють учневі бути ефективним навіть тоді, коли мовних ресурсів не вистачає. Читання стає повноцінним видом мовленнєвої діяльності лише тоді, коли учень не лише розуміє текст, а й використовує здобуту інформацію в подальшій комунікації.

За характером спілкування читання належить до писемних видів діяльності, за роллю в комунікації є рецептивним і реактивним: учень сприймає вже готове повідомлення. Ця подвійність робить читання унікальним. З одного боку, воно пасивніше за говоріння, з іншого – вимагає активної інтелектуальної роботи: прогнозування, інтерпретації, критичної оцінки, на чому наголошено в методичній концепції С. Ю. Ніколаєвої [1]. Через текст учень отримує найбільший обсяг автентичного матеріалу, вчиться розпізнавати комунікативні наміри автора, розуміти підтекст і оцінювати доречність мовних засобів. Психологічні механізми такого розуміння, за Н. В. Чепелєвою, передбачають діалогічну взаємодію читача з текстом, а не пасивне «витягування» інформації [7].

Комунікативний потенціал читання реалізується лише за умови, що в навчальному процесі моделюються типові ситуації реального спілкування. Як показує А. І. Українець, учень має не просто зрозуміти текст, а вміти використати інформацію для аргументації, обговорення, створення власного висловлювання [4]. У підході К. Наттал читання розглядають як інтерактивний процес, у якому читач активно конструює значення, спираючись на власні знання й досвід [17]. Якщо учень лише пасивно «споживає» текст, комунікативний ефект залишається мінімальним.

Роль читання у формуванні комунікативної компетентності можна окреслити кількома напрямами. По-перше, воно забезпечує багатий і різноманітний мовний input: лексику різних регістрів, складні синтаксичні конструкції, стилістичні засоби, які рідко трапляються в навчальних діалогах. По-друге, розвиває дискурсивну компетентність – уміння бачити логіку розгортання думки, засоби зв'язності, авторську позицію. По-третє, стимулює стратегічну компетентність: здогадку за контекстом, ігнорування несуттєвого, використання компенсаторних стратегій. По-четверте, виконує соціокультурну функцію, знайомлячи учнів із реаліями, цінностями й способами мислення носіїв

мови. По-п’яте, створює природну основу для говоріння й письма: дискусії, рецензії, есе, порівняльні характеристики.

Старший шкільний вік (15–17 років) створює сприятливі психолого-педагогічні умови для аналітичного читання. У цей період формується формально-логічне мислення: учні здатні мислити абстрактно, будувати гіпотези, розглядати кілька варіантів інтерпретації та системно аналізувати інформацію. Вони можуть не лише розуміти сюжет, а й виявляти підтекст, оцінювати авторську позицію, порівнювати точки зору, бачити іронію чи багатозначність. За спостереженнями А. В. Усатого, розвиток критичного мислення й самостійності зумовлює потребу в проблемних, дискусійних і дослідницьких завданнях, а не в готових інтерпретаціях [5]. Читацьку діяльність у компетентнісному вимірі розглянуто також у працях О. Я. Савченко, де підкреслено роль мотиваційно-ціннісного складника [3]. Лінгводидактичні засади навчання іноземних мов саме в старшій школі систематизовано В. Г. Редьком [2].

Водночас цей вік має й обмеження. Мотивація стає вибірковою: високий інтерес до одних тем може поєднуватися з байдужістю до інших. Емоційна сфера залишається вразливою: критика, невдачі, відчуття некомпетентності швидко знижують бажання працювати з текстами. Розрив між сильними й слабкими читачами часто збільшується. Тому педагогічна підтримка, диференціація завдань, створення ситуації успіху та врахування індивідуальних інтересів є обов’язковими умовами ефективної роботи. У теорії очікування–цінності А. Вігфілда і Дж. Еклз ключовими чинниками є цінність читання для самого учня та очікування успіху, а в концепції самоефективності А. Бандури – віра у власну здатність упоратися з текстом [9; 18]. Коли читання вбудоване в спільну діяльність – обговорення, проєкти, дискусії – залученість, за Дж. Гатрі, помітно зростає [16].

Методика формування комунікативної компетентності у читанні ґрунтується на шести взаємопов’язаних принципах. Принцип комунікативної спрямованості означає, що кожне завдання з текстом має вихід у реальну або умовно реальну комунікацію. Принцип автентичності передбачає роботу з текстами, створеними не для навчальних цілей, або максимально наближеними до таких. Принцип особистісної орієнтації вимагає врахування інтересів, досвіду й освітніх потреб старшокласників, зокрема права вибору тексту й форми презентації результату. Принцип взаємодії орієнтує на парну, групову та колективну роботу навколо прочитаного. Принцип інтеграції видів мовленнєвої діяльності забезпечує перехід від читання до говоріння й письма. Принцип поетапності передбачає логіку pre-reading – while-reading – post-reading, де кожен етап виконує окрему комунікативну функцію.

Добір текстів є окремим методичним завданням. Для старшої школи доцільні автентичні або наближені до автентичних матеріали соціальної, культурологічної, науково-популярної та публіцистичної тематики: статті з якісних медіа, фрагменти блогів, інтерв’ю, інфографіка з коротким супровідним

текстом, уривки з non-fiction. Критеріями відбору є відповідність рівню B1+–B2 більшості учнів класу, наявність проблеми, що допускає різні позиції, соціокультурна насиченість і можливість виходу в усне чи писемне спілкування. Текст, який не породжує питання «а що я про це думаю?», має обмежений комунікативний потенціал, навіть якщо він граматично «зручний».

Система прийомів і вправ будується навколо чотирьох видів читання, кожен з яких розвиває різні складники компетентності. У класифікації Ф. Грелет skimming спрямований на швидке охоплення загального змісту, визначення теми та авторської позиції, а scanning формує вміння знаходити конкретну інформацію без суцільного читання [15]. Intensive reading забезпечує глибоке аналітичне опрацювання відносно короткого тексту: логіка аргументації, засоби зв'язності, підтекст, стилістичні особливості. За В. Грейбом, успішне читання іноземною мовою залежить від взаємодії нижчих і вищих процесів опрацювання тексту [14]. Extensive reading, за Р. Деєм і Дж. Бемфордом, створює умови для регулярного читання значних обсягів відносно легких і цікавих текстів переважно поза уроком, з орієнтацією на задоволення, швидкість і накопичення мовного досвіду [13].

Практична реалізація цих видів читання потребує різних типів завдань. Для skimming ефективними є обмеження часу (60–90 секунд), відповідь на два-три загальні питання, вибір заголовка з кількох варіантів, визначення тональності тексту. Для scanning – пошук цифр, імен, причин, прикладів, ключових тез у парах із подальшою взаємною перевіркою. Для intensive reading – аналітичні питання на кшталт «яку функцію виконує цей абзац?», «які засоби використовує автор для переконання?», «з чим можна не погодитися і чому?», складання схеми аргументації, формулювання контраргументу. Для extensive reading завдання мають бути мінімальними: короткий запис у щоденнику, рекомендація однокласнику, одна теза, яка запам'яталася. Надмірний контроль на цьому етапі руйнує саму ідею читання для себе.

На передтекстовому етапі доцільні завдання на прогнозування за заголовком, підзаголовками й ключовими словами, активізацію фонових знань, зняття мовних труднощів і формулювання комунікативної мети читання. На етапі читання ефективними є обмеження часу для skimming, пошукові завдання для scanning, розмітка тексту, відповіді на аналітичні питання, визначення функції абзаців. Післятекстовий етап є вирішальним для формування комунікативної компетентності: саме тут учень має перейти від розуміння до використання інформації. Продуктивними є дискусія з опорою на текст, формулювання власної позиції з обов'язковим цитуванням, порівняння кількох джерел, написання короткого коментаря, есе або відгуку, підготовка усної презентації.

Логіку такого уроку можна проілюструвати роботою з публіцистичним текстом на соціально значущу тему. Спочатку учні прогнозують зміст за заголовком і співвідносять його з власним досвідом. Далі за обмежений час визначають тему й тональність автора, після цього в парах відшукують причини

явища та позиції експертів. Глибше читання спрямоване на ставлення автора й на питання, чи погоджується учень із тезою про можливі наслідки описаного явища. Завершальним кроком є групове обговорення з обов'язковою опорою на текст і домашнє письмове висловлювання, у якому треба використати щонайменше два аргументи з прочитаного матеріалу.

Інтерактивні технології надають роботі з автентичним текстом комунікативної динаміки. Дискусійні форми – проблемне питання, дебати, «займи позицію», круглий стіл – змушують учнів повертатися до тексту як до джерела аргументів, а не як до об'єкта переказу. Проєктна робота природно інтегрує читання з письмом і говорінням: учні відбирають і систематизують інформацію, порівнюють точки зору, створюють власний продукт (презентацію, буклет, відео, стіннівку, дослідження) і презентують його. Рольові технології – інтерв'ю з «автором», прес-конференція, суд над ідеєю, експертна оцінка – перетворюють текст на живу комунікативну ситуацію, у якій потрібно діяти від імені певної особи, передбачати питання й захищати позицію; саме на цьому наголошують С. Ю. Ніколаєва та А. І. Українець [1; 4].

У старшій школі спрощені «ігри заради гри» вже не викликають інтересу. Натомість ситуації, що моделюють наукову дискусію, громадські слухання, журналістське розслідування чи експертну оцінку, сприймаються як значущі. Методично важливо, щоб проєкт або рольова ситуація логічно виростали з тексту, а не існували окремо від нього. Оцінювання варто спрямовувати не лише на мовну правильність, а й на змістовність, уміння працювати в команді та якість кінцевого продукту.

Цифрові інструменти розширюють можливості колективної роботи з одним текстом. Онлайн-дошки дають змогу анотувати матеріал, залишати коментарі, ставити питання й бачити інтерпретації однокласників. Сервіси швидкого опитування візуалізують ставлення класу до проблемних тверджень автора. Спільні документи забезпечують одночасне аналітичне опрацювання тексту під супроводом учителя. Ефективність цифрових засобів залежить не від самого факту їх використання, а від зв'язку з комунікативним завданням: зібрати різні прочитання, підготувати аргументацію, створити спільний інтелектуальний продукт.

Самостійна робота найбільш послідовно реалізується через систему екстенсивного читання. Ключовою умовою, за Р. Деєм і Дж. Бемфордом, є доступна бібліотека матеріалів різного рівня складності та право учня обирати текст відповідно до інтересів [13]. Якщо книга виявилася заскладною або нецікавою, її можна змінити – і це не розглядається як невдача. М'який контроль забезпечує читацький щоденник, структура якого має бути простою, щоб не перетворити задоволення від читання на чергове письмове завдання. Орієнтовну структуру щоденника подано в табл. 1.

Таблиця 1 – Орієнтовна структура читацького щоденника

Елемент щоденника	Зміст запису	Методична мета
Дата та час читання	Коли і скільки часу учень читав	Формування звички регулярності
Назва та автор	Повна назва книги / тексту	Ідентифікація матеріалу
Короткий зміст (3–5 речень)	Основні події або ідеї без деталей	Перевірка загального розуміння
Особисті враження	Що сподобалося / не сподобалося і чому	Розвиток рефлексії та особистісного ставлення
Нові слова / вирази (5–7)	Слова з контекстом або коротким поясненням	Накопичення словникового запасу
Рекомендація	Кому учень порадив би текст і чому	Підготовка до усного обговорення

Регулярність ведення щоденника важливіша за обсяг кожного запису. Короткі міні-презентації в класі (одна-дві хвилини) підтримують відчуття читацької спільноти й готують до усного обміну враженнями без детального переказу. Диференціація самостійної роботи здійснюється за рівнем складності тексту, обсягом аналітичних завдань і формою представлення результату. Продуктивним є підхід із трьома варіантами роботи над однією темою: базовим, середнім і підвищеним. Учень сам визначає, який варіант йому зараз під силу. Такий вибір підвищує відповідальність і зміцнює самоефективність, не створюючи «різних класів» всередині одного колективу.

Завершальним елементом самостійної роботи є рефлексія та самооцінювання. Без усвідомлення того, які стратегії виявилися ефективними, навіть регулярне читання залишається значною мірою стихійним. Чек-листи фіксують застосування конкретних стратегій (попередній перегляд структури, здогадка за контекстом, перечитування складних місць). Шкали самооцінювання дають змогу простежити динаміку розуміння, роботи з незнайомою лексикою та впевненості. Короткі письмові рефлексії спонукають відповісти, що стало легшим, які труднощі виникли і що варто змінити надалі. У контексті комунікативної компетентності учень оцінює не лише розуміння тексту, а й успішність використання прочитаного в обговоренні чи власному висловлюванні.

Отже, запропонована методика розглядає читання не як ізольовану рецептивну навичку, а як комунікативну подію. Її результативність забезпечується одночасною роботою на мовному, мовленнєвому, соціокультурному, стратегічному й особистісному рівнях. Лише за цієї умови текст перестає бути об’єктом перевірки й стає приводом для діалогу.

Висновки. Комунікативна компетентність учнів старшої школи є інтегративним утворенням, що охоплює лінгвістичний, дискурсивний, стратегічний і соціокультурний компоненти. Читання виконує в її формуванні кілька функцій: постачає автентичний мовний матеріал, розвиває вміння розуміти підтекст і критично оцінювати інформацію, створює основу для продуктивних видів спілкування. Психолого-педагогічні особливості старшого

шкільного віку – розвиток абстрактного й критичного мислення, потреба в самостійності, водночас вибірковість мотивації – визначають характер завдань і необхідність диференціації.

Організація навчання читання має спиратися на принципи комунікативної спрямованості, автентичності, особистісної орієнтації, взаємодії, інтеграції видів мовленнєвої діяльності та поетапності. Систематичне використання skimming, scanning, intensive reading та extensive reading у поєднанні з дискусійними, проєктними, рольовими й цифровими технологіями забезпечує перехід від розуміння тексту до його комунікативного використання. Самостійна робота через екстенсивне читання, диференційовані завдання, читацький щоденник і рефлексію сприяє розвитку навчальної автономії та стійких читацьких умінь.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з експериментальною перевіркою ефективності описаної методики, вивченням впливу різних типів автентичних текстів на окремі компоненти комунікативної компетентності та створенням діагностичного інструментарію для оцінювання читацьких умінь учнів старшої школи.

Список використаних джерел

1. Методика навчання іноземних мов і культур: теорія і практика : підручник / за заг. ред. С. Ю. Ніколаєвої. Київ : Ленвіт, 2013. 590 с.
2. Редько В. Г. Лінгводидактичні засади навчання іноземних мов учнів старшої школи. Київ : Педагогічна думка, 2013. 260 с.
3. Савченко О. Я. Читацька діяльність у компетентнісному вимірі. Київ : Освіта, 2014. 186 с.
4. Українець А. І. Формування комунікативного компоненту читацької компетенції учнів філологічного профілю старшої школи. Перспективи та інновації науки. 2025. № 6 (52). С. 910–919.
5. Усатий А. В. Формування читацьких умінь учнів старших класів у процесі вивчення літературних творів. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. 172 с.
6. Федоренко Ю. П. Формування комунікативної компетенції старшокласників у процесі вивчення іноземної мови : автореф. дис. … канд. пед. наук. Полтава, 2021. 20 с.
7. Чепелєва Н. В. Психологічні механізми розуміння тексту. Київ : Педагогічна думка, 2015. 214 с.
8. Bachman L. F. Fundamental Considerations in Language Testing. Oxford : Oxford University Press, 1990. 408 p.
9. Bandura A. Self-Efficacy: The Exercise of Control. New York : Freeman, 1997. 604 p.
10. Byram M. Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence. Clevedon : Multilingual Matters, 1997. 124 p.
11. Canale M. From communicative competence to communicative language pedagogy. Language and Communication / ed. by J. C. Richards, R. W. Schmidt. London : Longman, 1983. P. 2–27.

12. Council of Europe. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Companion Volume. Strasbourg : Council of Europe Publishing, 2020. 278 p.
13. Day R. R., Bamford J. Extensive Reading Activities for Teaching Language. Cambridge : Cambridge University Press, 2004. 220 p.
14. Grabe W. Reading in a Second Language: Moving from Theory to Practice. Cambridge : Cambridge University Press, 2009. 467 p.
15. Grellet F. Developing Reading Skills: A Practical Guide to Reading Comprehension Exercises. Cambridge : Cambridge University Press, 1981. 252 p.
16. Guthrie J. T. Teaching for literacy engagement. Journal of Literacy Research. 2004. Vol. 36, No. 1. P. 1–30.
17. Nuttall C. Teaching Reading Skills in a Foreign Language. Oxford : Heinemann, 1996. 282 p.
18. Wigfield A., Eccles J. S. Expectancy–value theory of achievement motivation. Contemporary Educational Psychology. 2000. Vol. 25. P. 68–81.

AN AI-SUPPORTED INQUIRY AND EXPERIMENTAL LEARNING FRAMEWORK FOR PHYSICS EDUCATION

Jalilova Sevinj Khazay
Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy
Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

ABSTRACT

The rapid development of artificial intelligence, virtual laboratories, digital simulations, and other emerging technologies is creating new opportunities for the transformation of physics education. At the same time, the effective integration of these technologies requires pedagogically grounded approaches that preserve students' active participation in scientific inquiry. This article examines the potential of integrating artificial intelligence (AI), inquiry-based learning, virtual laboratories, and real experimental activities in physics education. The study is based on a theoretical analysis of recent scientific literature concerning AI in education, inquiry-based science learning, virtual experimentation, and technology-enhanced physics instruction. Particular attention is given to the role of generative AI as a supporting instrument for problem formulation, hypothesis generation, data interpretation, feedback, and reflection rather than as a substitute for students' independent reasoning. An integrated pedagogical framework is proposed, consisting of five interconnected stages: problem formulation, hypothesis generation, virtual exploration, real or simulated experimentation, and evidence-based explanation and reflection. The proposed approach creates conditions for developing students' scientific reasoning, conceptual understanding, critical thinking, problem-solving, digital competence, and scientific communication skills. The article also discusses the main methodological and ethical challenges associated with AI-supported physics education,

including the reliability of AI-generated information, student dependence on automated answers, data privacy, digital inequality, and teacher competence.

Keywords: physics education, artificial intelligence, generative AI, inquiry-based learning, virtual laboratory, scientific reasoning, critical thinking, digital competence, physics teaching.

INTRODUCTION

Contemporary scientific and technological development is substantially changing the requirements placed on modern education. The purpose of science education is no longer limited to the transmission and reproduction of established knowledge. Students are increasingly expected to formulate questions, construct hypotheses, collect and analyse evidence, solve complex problems, evaluate information critically, and communicate scientifically justified conclusions. Physics is particularly suitable for developing these competencies because its knowledge system is closely connected with observation, experimentation, mathematical modelling, evidence-based reasoning, and the interpretation of natural phenomena. However, traditional approaches to physics teaching may sometimes focus predominantly on the reproduction of formulas and the solution of standard problems. Such approaches may provide students with theoretical knowledge but do not always create sufficient opportunities for independent scientific inquiry. The rapid development of artificial intelligence (AI) has introduced new possibilities for addressing this challenge. Generative AI systems can assist in producing learning materials, generating questions, providing alternative explanations, supporting feedback, analysing information, and helping teachers design learning activities. A systematic review by Wang et al. [1] demonstrates the rapid expansion of research on AI in education and identifies multiple applications related to teaching, learning, assessment, feedback, and educational content generation. However, the use of AI in education also raises important pedagogical and ethical questions. UNESCO [2] emphasizes that generative AI should be introduced according to a human-centred approach, taking into consideration pedagogical appropriateness, ethical principles, data protection, and human agency. Consequently, AI should not be regarded simply as a technological replacement for traditional teaching methods. Another important development in physics education is the increasing application of virtual laboratories and digital simulations. These environments allow students to investigate physical phenomena, manipulate variables, repeat experiments, and analyse results in situations where conventional laboratory work may be limited by time, equipment, cost, or safety considerations. At the same time, virtual experimentation should not automatically replace real laboratory activities. Research indicates that combining real and virtual experiments can provide positive learning effects in physics education, especially when students investigate abstract and complex concepts [3]. These developments create a significant methodological question: how can emerging technologies be integrated with inquiry-based physics education in a way that strengthens students' scientific reasoning rather than encouraging passive dependence on automated answers? The present study addresses this question by proposing an integrated pedagogical framework combining artificial intelligence, inquiry-based learning, virtual experimentation, real laboratory activities, and reflective assessment.

PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE STUDY

The purpose of the study is to develop a pedagogically grounded framework for integrating artificial intelligence, inquiry-based learning, and virtual and real experiments into physics education in order to support the development of students' scientific and critical thinking skills. To achieve this purpose, the following objectives were established:

1. to analyse the pedagogical potential of artificial intelligence in physics education;
2. to examine the role of inquiry-based learning in the development of students' scientific reasoning;
3. to identify the educational potential of virtual laboratories and digital simulations;
4. to determine methodological principles for integrating AI with experimental physics learning;
5. to propose an integrated framework for AI-supported inquiry-based physics instruction.

Artificial Intelligence and Inquiry-Based Physics Education

Inquiry-based learning is based on the principle that students learn science more effectively when they actively participate in processes associated with scientific investigation. Instead of receiving explanations exclusively from the teacher, students formulate questions, develop hypotheses, conduct investigations, analyse evidence, and construct explanations. A typical inquiry cycle can be represented as follows: Problem → Question → Hypothesis → Investigation → Evidence → Analysis → Explanation → Reflection

Such a sequence is particularly relevant to physics because it reflects the logic of scientific research. For example, instead of asking students simply to apply a formula for calculating the period of a pendulum, the teacher can formulate an open research problem: “How does the length of a pendulum influence its period of oscillation?” Students can first predict the relationship, formulate a hypothesis, conduct an experiment, collect data, construct a graph, compare the results with theoretical expectations, and formulate a conclusion. Artificial intelligence can support different stages of this process. It can generate alternative questions, propose possible explanations, create examples, provide feedback, and assist students in organizing information. However, the final scientific judgement should remain the responsibility of the learner. This distinction is fundamental. If students use AI only to obtain ready-made answers, the technology may reduce the cognitive effort required for learning. If, however, AI is used to generate competing explanations that students must verify experimentally, it can become an instrument for developing critical thinking. For example, a teacher may provide students with an AI-generated explanation of electromagnetic induction and ask them to determine whether the explanation is scientifically correct. Students then compare the explanation with Faraday's law, experimental observations, and textbook sources.In this situation, AI does not replace scientific inquiry. Instead, the AI-generated response becomes an object of inquiry.

Virtual Laboratories as an Emerging Approach

Laboratory activities play a central role in physics education because they connect theoretical models with observable physical phenomena. However, conventional laboratories may be constrained by limited equipment, classroom time, financial resources, and safety considerations. Virtual laboratories provide an additional environment for investigating physical phenomena. Students can change parameters, repeat measurements, compare scenarios, and observe relationships between variables. Virtual environments are particularly useful when students investigate:

- projectile motion;
- electric circuits;
- electromagnetic induction;
- wave phenomena;
- optics;
- oscillations;
- thermodynamics;
- energy transformations.

For example, when studying Ohm's law, students can vary voltage and resistance and observe corresponding changes in current. They can then construct a graph and determine whether the obtained relationship corresponds to the theoretical model. An important methodological advantage of virtual experimentation is the possibility of repeated investigation. Students can modify one variable while keeping others constant and can therefore develop a clearer understanding of causal relationships. Nevertheless, real experiments remain essential. Physical experimentation exposes students to measurement uncertainty, instrument limitations, experimental error, uncontrolled variables, and unexpected results. A meta-analysis conducted by Wang et al. [3] demonstrated that combining real and virtual experiments can positively influence physics learning achievement. Therefore, the methodological principle should be based on complementarity rather than substitution:

Real experiment + Virtual experiment + Theoretical explanation

This combination can provide students with a more comprehensive understanding of physical phenomena. The analysis indicates that the greatest educational potential of AI in physics does not necessarily lie in its capacity to provide rapid answers. Its methodological value can be greater when it is used to support questioning, generate alternative explanations, provide formative feedback, facilitate reflection, and encourage verification. Inquiry-based learning provides the pedagogical structure within which these technological opportunities can be meaningfully implemented. Virtual laboratories provide an environment for repeated exploration, while real experiments connect theoretical models with physical measurement. The proposed framework therefore integrates several components into a single learning cycle:

Real-world problem → Student question → Hypothesis → AI-supported exploration → Virtual experiment → Real experiment → Data analysis → Evidence-based explanation → Critical evaluation → Reflection

This structure can support the transition from knowledge reproduction to knowledge construction.The framework is conceptual and should therefore be followed by empirical studies. Future experimental research can examine its effects on students' conceptual understanding, scientific reasoning, critical thinking, problem-solving skills, motivation, and ability to evaluate AI-generated information.

CONCLUSIONS

The rapid development of artificial intelligence, virtual laboratories, and digital simulations creates new possibilities for improving physics education. However, the educational value of these technologies depends on the pedagogical principles governing their use.The study proposes an AI-Supported Inquiry and Experimental Learning Framework that integrates artificial intelligence, inquiry-based learning, virtual experimentation, real laboratory activities, data analysis, and reflection. The proposed framework can be adapted to secondary and higher education physics courses. It also provides a methodological basis for future empirical research aimed at determining how AI-supported inquiry-based learning affects students' conceptual understanding and scientific competencies. The central methodological perspective is that emerging technologies should not be introduced into physics education simply to make learning more digital. Their purpose should be to create richer opportunities for students to question, investigate, experiment, analyse evidence, evaluate information, and construct scientific explanations.

References

1. Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. Expert Systems with Applications, 252, 124167. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167
2. Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for Generative AI in Education and Research. UNESCO.
3. Wang, X.-M., Yu, X.-H., Yu, D.-d., Hwang, G.-J., & Lan, M. (2025). Does combining real and virtual experiments improve learning achievement in physics? Evidence from a meta-analysis (2001–2021). Educational Research Review, 46, 100661. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100661
4. Muhamad Dah, N., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. Educational Research Review, 43, 100601. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601
5. Generative AI tools as educators' assistants: Designing and implementing inquiry-based lesson plans. (2024). Computers and Education: Artificial Intelligence, 7, 100277. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100277
6. Liu, X., & Zhong, B. (2024). A systematic review on how educators teach AI in K-12 education. Educational Research Review, 45, 100642. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100642
7. Sakr, A., & Abdullah, T. (2024). Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review. Education and Information Technologies, 29, 19913–19962. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5

8. UNESCO. (2023). Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? UNESCO.
9. UNESCO. (2024). AI Competency Framework for Teachers. UNESCO.
10. UNESCO. (2024). AI Competency Framework for Students. UNESCO.

СУЧАСНІ МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ КУРСІВ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Широких Олена Олександрівна
кандидат біологічних наук, доцент
Кафедра природничих наук та здоров'язбереження
Вакула Вероніка Юріївна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Кафедра природничих наук та здоров'язбереження
Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Україна

Анотація. У роботі розглянуто сучасні підходи, методики та освітні технології викладання інтегрованих курсів здоров'язбережувальної галузі в базовій школі в умовах Нової української школи. Охарактеризовано можливості компетентнісного, діяльнісного та інтегрованого підходів, інтерактивного, проблемного, кооперативного та проєктного навчання, кейс-методу, ігрових і цифрових технологій. Визначено їх роль у формуванні життєвих навичок, здоров'язбережувальної компетентності, критичного мислення, уміння співпрацювати та приймати відповідальні рішення.

Ключові слова: нова українська школа, інтегровані курси, здоров'язбережувальна галузь, компетентнісний підхід, діяльнісний підхід, інтерактивні методики, кейс-метод, проєктне навчання, цифрові технології.

Актуальність проблеми. Сучасні зміни в українській освіті потребують оновлення підходів до навчання учнів базової школи. Особливо це стосується здоров'язбережувальної галузі. Її зміст пов'язаний із реальним життям школярів, питаннями здоров'я, безпеки, добробуту, спілкування та відповідальної поведінки. Тому результат навчання не може обмежуватися засвоєнням певної суми знань. Учень має вміти використовувати їх у повсякденних ситуаціях.

У Новій українській школі інтегровані курси здоров'язбережувальної галузі спрямовані на розвиток компетентностей і практичних умінь. Для курсу «Здоров'я, безпека та добробут» розроблено кілька модельних навчальних програм. Це дає закладам освіти можливість обирати програму з урахуванням потреб учнів та умов роботи школи [2, 3]. Організація навчання передбачає поєднання компетентнісного, діяльнісного, особистісно орієнтованого,

інтегрованого та здоров'язбережувального підходів. Учень у такому освітньому процесі є активним учасником. Він не лише отримує готову інформацію, а й аналізує її, обговорює, ставить запитання та шукає способи застосування знань. Важливу роль при цьому відіграє вчитель. Він організовує діяльність учнів і створює умови для самостійного пошуку рішень.

Виклад основного матеріалу. Одним із найбільш доцільних напрямів є використання інтерактивних методик. Їх можна застосовувати під час вивчення питань, які стосуються особистого досвіду підлітків. Це дискусії, мозковий штурм, робота в парах і групах, «мікрофон», «незакінчене речення», «займи позицію», «два – чотири – всі разом». Такі прийоми допомагають залучити до роботи більшість учнів. Вони вчаться висловлювати власну думку, слухати інших і спільно шукати рішення. Використання інтерактивних методів також розглядається як один із засобів формування здоров'язбережувальної компетентності учнів [4].

Корисним є кооперативне навчання. Його основою є спільна робота учнів над певним завданням. Під час групової роботи школярі можуть виконувати різні ролі: дослідника, аналітика, доповідача, експерта або модератора. Це формує відповідальність за спільний результат і розвиває навички спілкування. Дослідження B. Öztürk підтверджує позитивний вплив кооперативного навчання на результати учнів [7].

Практичну спрямованість курсу посилюють моделювання життєвих ситуацій і кейс-метод. Учням можна запропонувати ситуації, які можуть виникнути в реальному житті. Наприклад, як діяти під час небезпеки, як оцінити ризик, як реагувати на кібербулінг, як допомогти людині в разі травми, як діяти при виявленні підозрілого предмета. Можна також розглядати ситуації, пов'язані з харчуванням, стресом, взаєминами з однолітками та інформацією про здоров'я. Робота з кейсом передбачає аналіз ситуації та пошук можливих варіантів дій. Учні обговорюють проблему, порівнюють рішення та визначають найбільш доцільне. Такий підхід допомагає перейти від простого запам'ятовування правил до їх практичного використання.

Варто використовувати і проблемне навчання. Учитель може почати урок із проблемного запитання, на яке немає готової відповіді. Наприклад: «Як визначити, чи є інформація про здоров'я достовірною?», «Що потрібно врахувати, приймаючи рішення в небезпечній ситуації?». Пошук відповіді спонукає учнів використовувати попередні знання, аналізувати інформацію та робити власні висновки. Систематичний огляд G. Akis показує позитивний вплив проблемного навчання на навчальні результати учнів середньої школи [5].

Значні можливості дає проєктне навчання. Учні можуть працювати над індивідуальними або груповими проєктами. Теми можуть стосуватися режиму дня, фізичної активності, здорового харчування, інформаційної безпеки, подолання стресу чи профілактики шкідливих звичок. Під час роботи над проєктом учні визначають проблему, шукають інформацію, аналізують її та створюють власний продукт. Результати дослідження L. Zhang і Y. Ma свідчать

про позитивний вплив проєктного навчання на результати навчальної діяльності учнів [10].

Важливою складовою є здоров'язбережувальні технології. Вони передбачають організацію навчання з урахуванням фізичного та психологічного стану учнів. Це не лише фізкультхвилинки або зміна видів роботи. Учнів потрібно навчати розпізнавати власний стан, регулювати навантаження, дотримуватися правил безпечної поведінки та відповідально ставитися до власного здоров'я. Дослідження Г. Білецької та Л. Брель підтверджує доцільність використання здоров'язбережувальних технологій у навчальному процесі [1]. Окремої уваги потребує формування здоров'язбережувальної та медіаінформаційної грамотності. Сучасний підліток щодня отримує велику кількість інформації про здоров'я. Тому важливо навчити його не лише знаходити потрібні відомості, а й перевіряти їх. На уроках можна порівнювати різні повідомлення, аналізувати рекламні матеріали, визначати надійність джерел та виявляти сумнівні твердження. Такий підхід допомагає учням робити більш обґрунтований вибір у питаннях, пов'язаних зі здоров'ям [8].

Важливе місце в сучасному освітньому процесі займають цифрові технології. На уроках можна використовувати презентації, інфографіку, інтерактивні вправи, онлайн-опитування, тести, вікторини, ментальні карти та спільні цифрові проєкти. Цифрові засоби особливо корисні тоді, коли вони допомагають досягти конкретної навчальної мети. Саме педагогічна доцільність, а не сама наявність цифрового інструменту, визначає його користь для навчання [9]. Перспективними є також ігрові та гейміфіковані технології. Їх можна використовувати для повторення матеріалу, перевірки знань і моделювання ситуацій вибору. Наприклад, учні можуть проходити тематичний квест, виконувати послідовність завдань або визначати правильний алгоритм дій у певній ситуації. Систематичний огляд досліджень гейміфікації в освіті показує її можливості для підвищення мотивації та залучення учнів до навчання [6].

На практиці доцільно поєднувати кілька методів на одному уроці. Наприклад, заняття можна розпочати з проблемного запитання. Потім учні працюють із кейсом у групах, використовують цифрові матеріали для пошуку інформації та завершують роботу рефлексією. Така послідовність дає можливість пов'язати нові знання з досвідом учнів і перевірити, як вони можуть використати їх на практиці. Окремої уваги потребують теми, пов'язані з безпекою в умовах воєнного стану. Учні мають знати алгоритми дій у разі виникнення загроз, правила мінної безпеки, порядок поведінки під час надзвичайних ситуацій, основи самодопомоги та домедичної допомоги. Для таких тем доцільними є моделювання ситуацій, практичні вправи, аналіз кейсів та відпрацювання алгоритмів. При цьому вчителю потрібно враховувати емоційний стан учнів і добирати безпечні форми подання матеріалу.

Застосування сучасних методик змінює і роль учителя. Він стає не лише джерелом інформації, а організатором, консультантом, модератором і фасилітатором навчальної діяльності. Учитель створює ситуації для

обговорення, допомагає учням знайти необхідну інформацію, ставить проблемні запитання та надає зворотний зв'язок. Водночас учень отримує більше можливостей для самостійної роботи та прийняття рішень.

Висновки. Отже, викладання інтегрованих курсів здоров'язбережувальної галузі потребує активних форм роботи та практичної спрямованості. Доцільно поєднувати інтерактивне, кооперативне, проблемне та проєктне навчання, кейс-метод, моделювання життєвих ситуацій, цифрові, ігрові та здоров'язбережувальні технології. Вибір методів має залежати від теми уроку, віку учнів, навчальної мети та очікуваного результату. Таке навчання допомагає школярам не лише здобувати знання, а й застосовувати їх у повсякденному житті, оцінювати ризики, дбати про власне здоров'я та приймати відповідальні рішення.

Список використаних джерел

1. Білецька Г. А., Брель Л. С. Використання здоров'язбережувальних технологій на уроках біології. Педагогічна освіта: теорія і практика. 2024. Вип. 36. С. 115–127. DOI: https://doi.org/10.32626/2309-9763.2024-36-115-127
2. Задорожна Л., Присяжнюк Л., Голюк О. та ін. Здоров'я, безпека та добробут: підручник інтегрованого курсу для 7 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Світич, 2024. 168 с.
3. Міністерство освіти і науки України. Модельні навчальні програми для 5–9 класів Нової української школи. Київ : МОН України, 2022–2024.
4. Самілик В. І., Кохно Л. С. Формування здоров'язбережувальної компетентності в учнів під час вивчення інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут». Інноваційна педагогіка. 2024. Вип. 74. С. 77–81. URL: https://surl.li/ljuvbv
5. Akis G. A Systematic Literature Review on the Effects of Problem-Based Learning on Secondary School Students' Academic Achievement, Motivation, and Attitude in Science Education. International Journal of Curriculum and Instruction. 2025. Vol. 17, No. 3. P. 799–817. URL : https://surl.li/vynvpx
6. Dehghanzadeh H., Farrokhnia M., Dehghanzadeh H., Taghipour K., Noroozi O. Using gamification to support learning in K-12 education: A systematic literature review. British Journal of Educational Technology. 2024. Vol. 55, No. 1. P. 34–70. URL: https://surl.li/xmwmia
7. Öztürk B. The Effect of Cooperative Learning Models on Learning Outcomes: A Second-Order Meta-Analysis. Educational Policy Analysis and Strategic Research. 2023. Vol. 18, No. 3. P. 273–296. DOI: 10.29329/epasr.2023.600.13.
8. Rueskov V., Korshøj M., Lund T. et al. Health Literacy among Socioeconomically Disadvantaged Adolescents: A Systematic Review of Interventions in Schools. Adolescent Research Review. 2026. Vol. 11. P. 1–47. DOI: 10.1007/s40894-025-00273-3.
9. Timotheou S., Miliou O., Dimitriadis Y. et al. Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A

literature review. Education and Information Technologies. 2023. Vol. 28. P. 6695–6726. DOI: 10.1007/s10639-022-11431-8.
10. Zhang L., Ma Y. A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. Frontiers in Psychology. 2023. Vol. 14. Article 1202728. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1202728.

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МОДАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ УЧНІВ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Синенька Валерія
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Погоріла Анна
к. пед. н., доцент
Кафедра практики англійської мови і методики її навчання
Дрогобицький державний педагогічний університет
імені Івана Франка, Україна

Анотація. У статті здійснено теоретичний аналіз модальності як функціонально-семантичної категорії, основних способів її вираження в англійській мові та ігрових технологій як засобу навчання іноземних мов. Обґрунтовано методичний потенціал гри для формування навичок використання модальних конструкцій учнями середньої школи. Визначено основні труднощі засвоєння матеріалу, етапи формування відповідних навичок і умови ефективного застосування ігор. Практично представлено систему з 14 ігрових вправ рецептивного, репродуктивного та продуктивного рівнів і логіку їх упровадження в межах тематичного блоку.

Ключові слова: модальні конструкції, модальні дієслова, ігрові технології, гейміфікація, методика навчання англійської мови, середня школа, граматичні навички, комунікативна компетентність.

Введення. Модальні конструкції англійської мови традиційно належать до граматичних явищ, які викликають найбільші труднощі в учнів середньої школи. Семантична багатозначність модальних дієслів, відсутність повної парадигми, міжмовна інтерференція та розрив між рецептивним і продуктивним володінням матеріалом зумовлюють стійкі помилки навіть тоді, коли інші граматичні теми вже переважно засвоєні. Традиційні підходи, що спираються здебільшого на таблиці значень і підстановчі вправи, часто не забезпечують переходу від формального знання правила до вільного вживання конструкцій у реальному спілкуванні.

Нова українська школа орієнтує вчителя на формування комунікативної компетентності, розвиток мотивації та застосування активних методів навчання. Ігрові технології відповідають цим вимогам: вони створюють умови для ситуативно вмотивованого використання мови, знижують тривожність і підвищують залученість. Поєднання роботи над модальними конструкціями з ігровими формами дає змогу одночасно відпрацьовувати форму, семантику і прагматику, що робить обрану тему практично затребуваною.

Категорію модальності та засоби її вираження у вітчизняному мовознавстві й перекладознавстві проаналізовано в низці сучасних праць [4; 6; 10; 15]; методичні засади навчання іноземних мов і дидактичної гри обґрунтовано українськими дослідниками [1; 3; 5; 8]. Зарубіжні студії доповнюють це розуміння типологією модальності та аналізом ігрового навчання [12; 13; 17; 18]. Водночас питання цілісної методики навчання саме модальних конструкцій учнів середньої школи засобами системи ігрових вправ різного рівня залишається недостатньо розробленим. Це визначає актуальність пропонованого дослідження.

Мета та задачі дослідження. Мета статті – теоретично обґрунтувати й окреслити методику навчання модальних конструкцій англійської мови учнів середньої школи з використанням ігрових технологій. Для досягнення мети поставлено такі задачі: уточнити поняття модальності та основні способи її вираження в англійській мові; розкрити принципи, роль і функції ігрових технологій у навчанні іноземних мов; виявити труднощі засвоєння модальних конструкцій учнями середньої школи; схарактеризувати етапи формування відповідних навичок; визначити умови ефективного застосування ігор; представити систему ігрових вправ рецептивного, репродуктивного та продуктивного рівнів.

Результати дослідження і їх обговорення. Модальність є однією з базових і водночас найскладніших категорій сучасної англістики. Вона передає суб’єктивне бачення дійсності мовцем і його комунікативний намір, а тому безпосередньо пов’язана з реалізацією мовленнєвої інтенції. У широкому розумінні модальність охоплює не лише модальні дієслова, а й лексичні маркери (perhaps, certainly, probably), інтонацію, порядок слів і контекстуальне забарвлення висловлювання. У вузькому сенсі шкільна методика зосереджується передусім на недостатніх дієсловах can, may, must, should, might, could, would, ought to та їхніх еквівалентах [4; 6].

Класичним є розмежування епістемічної модальності, що показує ступінь упевненості мовця в істинності сказаного, і деонтичної, яка передає волевиявлення – дозвіл, обов’язок, необхідність [17]. Окремо виділяють динамічну модальність, пов’язану зі здатністю, можливістю чи внутрішньою потребою суб’єкта дії. Одне й те саме дієслово може реалізувати різні типи значень: must у реченні You must finish your work позначає обов’язок, а в реченні He must be at home – припущення. Саме ця багатозначність і робить категорію

методично складною: учень не може застосувати завчене правило автоматично, а має щоразу інтерпретувати висловлювання з опорою на контекст [15].

Протиставлення модусу (позиції мовця) і диктуму (пропозиційного змісту) пояснює, чому висловлювання набуває завершеного смислу лише за наявності модальних елементів [11]. Для навчання це означає, що роботу не можна зводити до форми дієслова. Потрібно формувати вміння обирати конструкцію відповідно до комунікативної мети: наказати, дозволити, порадити, припустити, заперечити можливість.

У мовленні модальність виконує кілька взаємопов'язаних функцій. Епістемічна функція дозволяє мовцеві кваліфікувати інформацію як достовірну, ймовірну або сумнівну. Деонтична регулює стосунки між учасниками спілкування через дозвіл, заборону, обов'язок і пораду. Динамічна пов'язана зі здатністю та внутрішніми можливостями суб'єкта. Інтерперсональна функція, описана в функціональній граматиці, показує, що вибір модального засобу є водночас вибором соціальної позиції: must звучить категоричніше за should, may – офіційніше за can [13]. У середній школі ці функції рідко стають предметом окремого обговорення, хоча саме вони пояснюють учневі, навіщо взагалі потрібні різні дієслова з «майже однаковим» значенням.

З огляду на це навчання модальних конструкцій має бути не лише формально-граматичним, а й прагматичним. Учень повинен усвідомлювати не тільки як утворити заперечення від must, а й що зміниться в стосунках між мовцями, якщо замість You must do it сказати You should do it або You could do it. Ігрова роль якраз і задає прагматичний фільтр: детектив не може говорити як одноліток, лікар – як учень, капітан групи в симуляції виживання – як пасивний спостерігач. Роль «підказує» регістр і цим зменшує кількість випадкових замін однієї форми іншою.

Серед способів вираження модальності в англійській мові модальні дієслова залишаються ядром шкільного курсу, однак поруч із ними функціонують напівмодальні конструкції have to, be able to, be allowed to, need to, лексичні маркери obviously, perhaps, I'm sure, а також інтонація й контекст. Для середньої школи методично важливо не розпорошувати увагу на весь арсенал засобів одразу, а будувати систему навколо ядра can / could, may / might, must / have to, should / ought to, needn't і лише потім виходити на перфектні форми припущення. Такий відбір відповідає і частотності вхідного матеріалу, і реальним комунікативним потребам учнів 7–9 класів.

Ігрові технології в навчанні іноземних мов розглядають як організовану діяльність із правилами, метою, зворотним зв'язком і елементом невизначеності результату. На відміну від розважальної гри, навчальна гра має чітке мовне завдання. Гейміфікація як споріднене явище передбачає перенесення ігрових механік – балів, рівнів, ролей, обмеження часу – у неігровий навчальний контекст [12; 18]. Принципами застосування гри є цілеспрямованість, посильна складність, добровільна включеність, зрозумілість правил, безпека помилки та обов'язковий мовний продукт. Якщо хоча б один із цих принципів порушено, гра

легко перетворюється або на розвагу без навчального ефекту, або на звичайну вправу в ігровій обгортці.

У середній школі гра виконує кілька функцій одночасно: мотиваційну, комунікативну, тренувальну, діагностичну та соціальну. Вона знижує страх помилки, створює потребу вжити цільову структуру і дає вчителеві змогу побачити типові труднощі в більш природних умовах, ніж під час виконання вправи з підручника [3; 8]. Для підлітків особливо важлива соціальна функція: можливість діяти в ролі, змагатися, домовлятися й отримувати визнання однолітків. Саме ці потреби варто використовувати як зовнішній мотив для внутрішньо складного граматичного матеріалу.

Труднощі засвоєння модальних конструкцій мають кілька шарів. Перший – формальний. Недостатні дієслова не мають форми третьої особи однини на -s, не утворюють інфінітива з to (за винятком ought to), не будують питальних і заперечних форм за допомогою do. Учень, який звик до регулярної парадигми, змушений опановувати окрему підсистему правил [10]. Другий шар – семантичний. Багатозначність must, may, can і близькість should / ought to / had better спричиняє змішування значень. Третій шар – міжмовна інтерференція. Українські відповідники («можу», «повинен», «треба», «мабуть») не покривають англійську систему один до одного, тому учні калькують рідномовні конструкції або уникають складніших форм.

Четвертий шар – розрив між рецепцією і продукцією. Учень часто впізнає модальне дієслово в тексті, але не вживає його у власному мовленні, обмежуючись can і must. Корпусні дані підтверджують, що частотні й відносно прості форми засвоюються швидше, тоді як may, might, ought to, need not і перфектні конструкції на кшталт must have done, can’t have been залишаються джерелом помилок довше [16]. П’ятий шар – психологічний. Підлітки чутливі до публічної оцінки; граматична помилка в усному мовленні швидко знижує готовність ризикувати складнішою структурою.

Міжмовне зіставлення увиразнює джерела інтерференції. В українській мові модальність часто передається прислівниками («мабуть», «обов’язково»), предикативними словами («треба», «можна», «не можна») та інтонацією, тоді як англійська система жорсткіше «прив’язує» відтінок до вибору дієслова та форми інфінітива. Тому фраза «Він, мабуть, уже пішов» не може бути передана як He maybe went; нормативним є He must have left / He might have left – залежно від ступеня впевненості. Без цілеспрямованого зіставлення учень переносить рідномовну модель і уникає перфектного інфінітива. Ігрова ситуація розслідування якраз і створює комунікативну необхідність цієї форми: без неї неможливо оцінити минулу подію.

Окрему групу труднощів становить розмежування близьких пар. Must і have to обидва позначають необхідність, але різняться джерелом обов’язку та поведінкою в запереченні: mustn’t забороняє, don’t have to знімає обов’язок. Can і may в значенні дозволу різняться регістром. Should, ought to і had better передають пораду з різним ступенем категоричності та відтінком наслідку. May

і might у припущенні відрізняються мірою вірогідності. Якщо ці пари подавати лише таблицею, учні запам'ятовують «усе означає майже те саме» і в мовленні ставлять найпростіший варіант. Гра, у якій зміна дієслова змінює правила ситуації, робить різницю відчутною.

Формування навички використання модальних конструкцій доцільно вибудовувати поетапно. На етапі ознайомлення й семантизації нову форму вводять у зрозумілому контексті, зіставляють значення, попереджають типові помилки. Рецептивний етап спрямований на розпізнавання форми й значення без вимоги самостійно будувати речення. Репродуктивний етап передбачає відтворення та трансформацію за зразком: підстановка, розширення, перебудова ствердження в заперечення чи питання. Репродуктивно-продуктивний етап додає обмежену самостійність – опору на ситуацію, картку, роль. Продуктивний етап вимагає вільного вибору конструкції відповідно до комунікативної мети. Контроль на кожному етапі має відповідати рівню самостійності: спочатку правильність вибору значення, далі точність форми, і лише згодом – комунікативна адекватність [5].

Послідовність введення матеріалу також має значення. Доцільно рухатися від частотних can, will, should до семантично складніших may, might, ought to, need not, а перфектні модальні конструкції вводити останніми – після впевненого володіння базовими формами в теперішньому часі. Одночасне опрацювання двох граматичних складнощів підвищує когнітивне навантаження й ризик закріплення помилок.

Ефективне застосування ігор можливе лише за низки умов. Гра повинна мати конкретну мовну ціль, а не існувати як розвага всередині уроку. Складність має відповідати зоні найближчого розвитку класу. Правила потрібно оголошувати у два кроки – усне пояснення і коротка демонстрація. Мова гри має бути англійською; перехід на рідну мову варто м'яко, але послідовно обмежувати правилами самої гри. Оптимальний час – 10–20 хвилин на етапі тренування чи закріплення. Гра не повинна займати весь урок і має завершуватися до настання втоми. Після гри необхідний короткий рефлексивний етап: які конструкції вживали, які помилки повторилися, що варто змінити наступного разу [1; 3].

Розроблена система охоплює 14 ігрових вправ трьох рівнів. Рецептивні ігри («Сортуй значення», «Вірно / Хибно», «Модальний детектив», «Знайди зайвого») формують уміння розрізняти значення без вимоги продукувати власні речення й тому знижують тривогу перед новим матеріалом. Репродуктивні ігри («Ланцюжок порад», «Правила нашого місця», «Детектив на сцені», «Справжній чи уявний?», «Зіпсований телефон») забезпечують багаторазове відтворення форми в контрольованих, але вже комунікативно забарвлених умовах. Продуктивні ігри («Порадник», «Місія виконана», «Я не міг цього зробити», «Симуляція: виживання», «Прес-конференція») вимагають самостійного вибору конструкції в ситуації, де модальність виникає з комунікативної потреби, а не з формулювання вправи.

Логіку рівнів добре ілюструють окремі приклади. У грі «Сортуй значення» учні розкладають картки з реченнями на стопки «здатність», «обов'язок», «дозвіл», «припущення». Саме тут виявляється найпроблемніше розмежування must як обов'язку і must як логічного висновку. Гра «Вірно / Хибно» змушує швидко оцінити речення на кшталт He can must go або You should to rest і пояснити, що саме порушено – форму чи значення. «Модальний детектив» пропонує короткий текст, у якому потрібно підкреслити всі модальні елементи й визначити їхній тип. «Знайди зайвого» тренує тонке розрізнення: три речення виражають пораду, одне – обов'язок.

На репродуктивному рівні «Ланцюжок порад» будує мікродіалог, де кожна наступна репліка має містити should, ought to або had better і логічно продовжувати попередню. «Правила нашого місця» перетворює клас, шкільний клуб чи вигадане місто на простір, для якого учні формулюють норми: Visitors may enter after 9; You mustn't use phones in the hall. «Детектив на сцені» вже підводить до припущення в теперішньому: The lights are on – she must be at home; The bag is here – she can't be far. «Зіпсований телефон» у граматичній версії перевіряє точність форми під час передавання речення ланцюжком: втрата have у конструкції must have left одразу стає видимою.

Продуктивний рівень вимагає вибору, а не підстановки. У грі «Порадник» один учень описує проблему, інший самостійно добирає конструкцію поради чи обов'язку. «Місія виконана» ставить групу перед завданням спланувати шкільний захід або порятунок персонажа, де can, must, should і might з'являються як різні ступені необхідності. У грі «Alibi» перфектні конструкції виникають природно: щоб довести або спростувати алібі, учень змушений сказати He can't have been in the gym або She must have left before lunch. У симуляції виживання різні предмети провокують різні відтінки: We must find water first; We could use the mirror; We needn't carry all the bags. У «Прес-конференції» змінюється регістр: роль лікаря чи директора вимагає інших конструкцій, ніж роль однолітка.

Типові помилки, які система дозволяє виявити й скоригувати без публічного сорому, добре відомі практикам. Найчастотніші з них – додавання to після can, must, should; утворення заперечення за допомогою don't must замість mustn't / don't have to; змішування must і have to; уживання can замість may в офіційному дозволі; ігнорування перфектного інфінітива в припущеннях про минуле (He must took замість He must have taken). Післяігровий розбір доцільно будувати на зібраних учителем прикладах без називання імен. Такий підхід зберігає безпеку середовища й водночас не залишає помилку непоміченою [5]. Систему вправ проілюстровано в табл. 1.

Таблиця 1 – Система ігрових вправ для навчання модальних конструкцій

Рівень	№	Назва гри	Мовна ціль
Рецептивний	1	«Сортуй значення» (Sort It Out)	Розрізнення значень can / must / may / might / should
Рецептивний	2	«Вірно / Хибно» (True or False?)	Розпізнавання коректного вживання конструкції в контексті
Рецептивний	3	«Модальний детектив» (Modal Detective)	Ідентифікація типу модальності в коротких текстах
Рецептивний	4	«Знайди зайвого» (Odd One Out)	Виявлення речення з іншим модальним значенням
Репродуктивний	5	«Ланцюжок порад» (Advice Chain)	Відтворення should / ought to / had better у мікродіалозі
Репродуктивний	6	«Правила нашого місця» (Our Place, Our Rules)	Побудова must / mustn't / may / can за зразком
Репродуктивний	7	«Детектив на сцені» (Stage Detective)	Трансформація must / could / might / can't + Infinitive
Репродуктивний	8	«Справжній чи уявний?» (Real or Imaginary?)	Розрізнення й відтворення could / would / might
Репродуктивний	9	«Зіпсований телефон» (Broken Telephone)	Точне відтворення форми в ланцюжку
Продуктивний	10	«Порадник» (The Adviser)	Самостійний вибір should / must / needn't / could
Продуктивний	11	«Місія виконана» (Mission Possible)	Планування дій із can / must / should / might
Продуктивний	12	«Я не міг цього зробити» (Alibi)	Перфектні конструкції must / can't / could have + V3
Продуктивний	13	«Симуляція: виживання» (Survival Simulation)	Інтеграція всіх типів модальності в дискусії
Продуктивний	14	«Прес-конференція» (Press Conference)	Регістр і відтінки припущення, обов'язку, поради

Упровадження системи в тематичний блок із 5–6 уроків доцільно планувати так. Перший урок – семантизація й рецептивні ігри після введення нових форм. Другий і третій – репродуктивне тренування на матеріалі однієї групи значень, наприклад поради або обов'язку. Четвертий – перфектні конструкції припущення в минулому в ігровому форматі розслідування. П'ятий і шостий – продуктивні симуляції, які інтегрують усі опрацьовані значення. Це відповідає принципу поетапності й не дозволяє перескочити від таблиці значень одразу до вільного мовлення.

Орієнтовний розподіл може виглядати так. Урок 1: can / can't / must / mustn't; ігри 1 і 2; контроль – сортування карток. Урок 2: should / ought to / had better; ігри 5 і 10; продукт – ланцюжок порад. Урок 3: may / might / could як дозвіл і припущення; ігри 3 і 8. Урок 4: must / can't / might be; гра 7. Урок 5: must / can't / could have + V3; гра 12 або фрагмент «The Missing Trophy». Урок 6: інтеграція; ігри 13 або 14; продукт – усна симуляція чи пресконференція. Домашнє завдання

на кожному етапі має бути коротким і продуктивним: 5–7 власних речень у заданій ситуації, а не чергове підкреслювання готових форм.

Диференціація всередині гри забезпечується ролями різної мовної складності. Сильніші учні беруть ролі детектива, експерта, модератора симуляції – ті, що вимагають розгорнутого висловлювання. Учні з нижчим рівнем отримують картки-опори, готовий список конструкцій або роль свідка з обмеженим набором реплік. Важливо, щоб усі ролі залишалися комунікативно потрібними: «спрощений» учасник не повинен відчувати себе на узбіччі гри. Ця умова відрізняє диференційовану гру від механічного поділу класу на «сильних» і «слабких».

Ігрова ситуація «The Missing Trophy» розподіляє ролі детектива, свідків і журі. Після короткої актуалізації структур must / could / might / can't have + V3 відбувається опитування свідків, формулювання версії та оцінювання журі за двома критеріями – логічністю аргументації та правильністю модальних форм. Виправлення помилок учитель здійснює після гри, без називання імен, щоб зберегти безпечне середовище.

Методична цінність запропонованого підходу полягає в тому, що ігрова оболонка не замінює систему вправ, а вбудовує її в комунікативно значущу діяльність. Рецепція, репродукція і продукція зберігаються як необхідні щаблі, однак кожен щабель отримує ігровий мотив. У такому форматі граматика перестає бути об'єктом окремої вправи й стає інструментом розслідування. Також це зменшує розрив між «знаю правило» і «вмію сказати», який є головною проблемою шкільного засвоєння модальності.

Оцінювання в ігровому форматі доцільно будувати за критеріями, зрозумілими учням заздалегідь: точність форми, відповідність конструкції ситуації, обсяг участі, уміння реагувати на репліку партнера. Бали за швидкість не повинні переважати бали за якість мовлення, інакше гра заохочуватиме короткі й безпечні фрази. Для продуктивних ігор корисний простий rubrics із трьох рівнів: конструкція вжита правильно й доречно; конструкція вжита, але з помилкою форми або неточним значенням; конструкція майже не використана. Такий інструмент дозволяє оцінювати не «переможця гри», а навчальний результат.

Обмеження підходу також варто визнати. Гра потребує часу на підготовку карток і пояснення правил; у класах із низькою дисципліною змагальний формат може змістити увагу з мови на перемогу; надто часте використання однієї механіки знижує новизну. Тому систему слід розглядати як ресурс на тематичний блок, а не як щоденну обов'язкову форму. Чергування коротких рецептивних ігор на початку опрацювання теми з однією розгорнутою продуктивною грою на етапі закріплення є більш реалістичним, ніж спроба «ігрофікувати» кожен етап кожного уроку.

Роль учителя в такій системі змінюється. Він не є єдиним джерелом правильної форми, а проєктувальником ситуації, модератором правил і збирачем мовного матеріалу для післяігрового аналізу. Під час гри доцільніше

підтримувати комунікацію короткими підказками, ніж зупиняти діяльність заради повного розбору кожної помилки. Системне виправлення виноситься на етап рефлексії, де клас спільно «ремонтує» зібрані речення. Такий розподіл уваги зберігає темп гри й водночас не залишає помилку поза контролем.

Практична значущість розробленої методики полягає в можливості безпосереднього використання системи вправ учителями закладів загальної середньої освіти та студентами під час педагогічної практики. Картки, ролі й критерії оцінювання легко адаптувати до конкретного підручника й рівня класу. Водночас методика не підміняє системної роботи над граматикою: вона забезпечує той комунікативний вихід, якого традиційній вправі часто бракує [7; 9].

Зв'язок запропонованої методики з вимогами Державного стандарту базової середньої освіти полягає в тому, що граматичний матеріал опрацьовується не як самоціль, а як ресурс для комунікації в типових навчальних і життєвих ситуаціях [2]. Модальні конструкції безпосередньо обслуговують уміння радити, домовлятися про правила, оцінювати ймовірність події, пояснювати заборону – тобто ті мовленнєві дії, які програма передбачає в середній школі. Ігровий формат лише робить ці дії видимими й повторюваними в межах одного уроку.

Окремо варто підкреслити місце цифрових елементів. Повна цифровізація гри не є обов'язковою: більшість запропонованих вправ працює з картками, ролями й дошкою. Водночас таймер, випадковий вибір ролі, спільна дошка для версій розслідування чи швидке голосування журі можуть посилити динаміку, не змінюючи мовної цілі. Головне – не підмінити мовленнєву взаємодію технічним інтерфейсом. Якщо цифровий інструмент скорочує час на організацію і збільшує час на говоріння, він виправданий; якщо навпаки – його краще не використовувати.

Отже, навчання модальних конструкцій засобами ігрових технологій є не альтернативою системній граматичній роботі, а способом провести учня через усі необхідні етапи засвоєння – від розпізнавання значення до самостійного вибору форми в комунікації. Саме цей перехід і становить основний практичний результат дослідження.

Висновки. Модальність в англійській мові є функціонально-семантичною категорією, що реалізується комплексом засобів, серед яких центральне місце в шкільній програмі посідають модальні дієслова. Їхнє засвоєння ускладнюється неповнотою парадигми, багатозначністю, міжмовною інтерференцією та розривом між рецептивним і продуктивним володінням. Ігрові технології створюють умови для ситуативно вмотивованого тренування форми, значення й прагматики одночасно.

Формування навички має бути поетапним: від ознайомлення й розпізнавання через контрольоване відтворення до самостійного вибору конструкції. Ефективність гри забезпечують чітка мовна ціль, відповідність рівню класу, зрозумілі правила, англомовний режим, обмежений час і обов'язкова рефлексія. Система з 14 вправ трьох рівнів дає змогу вписати роботу

над модальністю в тематичний блок із 5–6 уроків і довести учнів до продуктивного вживання, зокрема перфектних конструкцій припущення.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з експериментальною перевіркою ефективності розробленої системи, порівнянням ігрового та традиційного опрацювання окремих груп модальних значень і створенням діагностичного інструментарію для оцінювання не лише формальної правильності, а й комунікативної адекватності вжитих конструкцій.

Список використаних джерел

1. Гринюкова Р. А. Комунікативні завдання та ігри на уроці німецької мови : навч.-метод. посіб. Кропивницький : КЗ «КОІППО імені Василя Сухомлинського», 2021. 48 с.
2. Державний стандарт базової середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text (дата звернення: 18.09.2026).
3. Дичківська І. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. Київ : Академвидав, 2004. 352 с.
4. Корунець І. В. Теорія і практика перекладу (аспектний переклад) : підручник. Вінниця : Нова книга, 2001. 445 с.
5. Методика навчання іноземних мов і культур: теорія і практика : підручник / за заг. ред. С. Ю. Ніколаєвої. Київ : Ленвіт, 2013. 590 с.
6. Перішко І. В., Велика А. М., Птуха В. А. Модальності в англійській мові: теорія та семантика. Вісник науки та освіти. 2023. Т. 8, № 14. С. 258–267.
7. Погоріла А. І., Синенька В. В. Ігрові технології як засіб навчання модальності. Litteris et Artibus: Нові горизонти. Вип. X. Ч. 1. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2025. С. 75–77.
8. Полонська Т. К. Сутність ігрових технологій у навчанні іноземних мов учнів початкової школи на компетентнісних засадах. Проблеми сучасного підручника. 2018. Вип. 20. С. 317–327.
9. Синенька В., Погоріла А. І. Труднощі засвоєння модальних конструкцій учнями середньої школи. Applied Linguistics-3D: Language, IT, ELT : матеріали V International Scientific and Practical Conference. Zhytomyr : Zhytomyr Polytechnic State University, 2026. С. 54–57.
10. Талан Н. І. Проблеми перекладу модальних дієслів з англійської на українську мову. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Філологічні науки. 2020. № 2 (20). С. 320–326.
11. Bally Ch. Linguistique générale et linguistique française. Paris : Ernest Leroux, 1932. 410 p.
12. Gee J. P. What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. New York : Palgrave Macmillan, 2003. 232 p.
13. Halliday M. A. K., Matthiessen C. M. I. M. Halliday's Introduction to Functional Grammar. 4th ed. London : Routledge, 2014. 808 p.

14. Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences. 2014. P. 3025–3034.
15. Kiselyova O. English modality: some problems of translation. Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. 2014. Вип. III. С. 162–166.
16. Li L. X. Developmental patterns of English modal verbs in the writings of learners of English: a corpus-based approach. Cogent Education. 2022. Vol. 9. Article 2050457.
17. Palmer F. R. Mood and Modality. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2001. 236 p.
18. Prensky M. Digital Game-Based Learning. New York : McGraw-Hill, 2001. 442 p.

INCLUSIVE TEACHING METHODS AT THE LESSON "I EXPLORE THE WORLD"

Bliashevska Alla
Ph.D., Associate Professor
Krevska Khrystyna
4th year student of speciality Primary Education
Lutsk Pedagogical Institute, Ukraine

This article examines the use of differentiated, multisensory, project-based and game-based approaches. The effectiveness of these methods depends on the teacher's professionalism and the creation of a friendly, collaborative atmosphere.

Keywords: inclusive education, primary school, differentiation, multisensory approach, integrated course "I Explore the World"

Modern Ukrainian schools are developing in the direction of humanization and democratization of education. An important part of this development is the establishment of inclusive education, which enables all children to receive equal and high-quality education regardless of their nationality, health condition.

Inclusive education is not only a form of education. It is an approach that promotes the belief that every person is important in society. The main task of this approach is to create an environment in which every child can develop their potential, feel safe and have opportunities to achieve success in various areas of life. This is a goal emphasized by the outstanding scientist A. A. Kolupaieva in the textbook Fundamentals of Inclusive Education. Such methods are critically important to apply in primary school because this is a stage when social behavior, learning motivation and cognitive activity are formed. The subject “I Explore the World” has significant potential for implementing this type of education, as it integrates harmonious development in several areas, including natural science, civic, social and emotional-value spheres.

Inclusive education is based on such fundamental principles as equality, cooperation and the ability of the educational system to adapt unique needs of every

student. The implementation of inclusion requires a variety of pedagogical approaches, the use of differentiated tasks and the creation of a favourable psychological environment at the lessons in primary school.

A teacher should take into account that pupils can perceive information through hearing, smell, touch and taste when teaching the "I Explore the World" course. It is important to use a multisensory approach to present material, which combines different types of sensory perception for children with developmental disorders. It is necessary to ensure effective mastering of information at the lessons.

Differentiation is a key component of inclusive education. This approach requires teachers to interpret activities in different ways and find alternative methods of carrying them out in order to meet the needs of individual students or the class as a whole. Some teachers often modify and simplify the material for students who require additional support. Every student becomes an active participant in the educational process, receiving feedback on their achievements in such cases.

The project method is also effective. Such work is important for developing social skills and communication because activities can be adapted to the abilities of each child. In group projects, for example, "My Class" or "Our Environment," each child has an individual role: one may write, another draw, while other pupils monitor information and record it. A student with special educational needs may perform an important role, such as helping to sort materials or take photographs. Such flexibility allows all participants of the educational process to take an active part in school life, to strengthen teamwork and to give every child a sense of success.

Game is the main form of recreation and a natural resource for primary school children, which makes it an important tool in school education. These activities help to develop imagination and communication skills and facilitate the learning of educational material. During "I Explore the World" lessons, a wide range of games can be used. They include role-playing games ("We Are Researchers," "I Am an Ecologist"); active games ("Find the Green Colour"). They encourage physical activity and help to reinforce knowledge. These approaches are described by I. B. Tymofieieva in her collection of methodological materials.

The primary school teacher plays a key role in creating and maintaining a safe and inclusive learning environment. Their work includes intensive support, guidance and the development of every student's self-esteem and confidence. This involves cooperation with various specialists: psychologists, speech therapists, teaching assistants and others, as well as collaboration with parents. The teacher must assess and consider the needs of all students, especially when working in a regular classroom that includes children with special educational needs, demonstrating flexible, creative and continuously expanding learning opportunities.

Inclusive teaching methods incorporated into the "I Explore the World" curriculum implement one of the main principles of the New Ukrainian School. It is learning for life. They contribute to the development of key competencies, cognitive functions, independence, communication skills and emotional intelligence. The effectiveness of learning depends on how well a teacher is able to combine traditional

and innovative methods, adapt lessons to children's abilities.The teacher must create a positive atmosphere of trust and support.

Therefore, inclusive practices are not simply a set of strategies, but it is an approach to education that helps every child to be successful and valued within the school environment.

References

1. Kolupaieva, A. A., & Taranchenko, O. M. Inclusion: Step by Step for Teachers: Educational and Methodological Guide (Inclusive Education Series). Kyiv, 2023. 232 p.
2. Tymofieieva, I. B. Methods of Teaching the Integrated Course “I Explore the World” (Natural Science Educational Field): Educational and Methodological Guide for Bachelor’s Degree Students Majoring in 013 Primary Education. Mariupol: Mariupol State University, 2022. 124 p.
3. Kolupaieva, A. A. (Ed.). Fundamentals of Inclusive Education: Educational and Methodological Guide. Kyiv: A.S.K., 2012. 308 p.

NEWLY COINED WORDS IN MODERN ENGLISH AND THEIR USAGE IN EVERYDAY LIFE

Kravets Oksana
Senior Lecturer
Department Of Foreign Languages
Faculty Of Foreign Philology
Uzhhorod National University
Ukraine

Language is a constantly developing system that reflects social, cultural, technological and economic changes. One of the most noticeable manifestations of linguistic development is the emergence of newly coined words, or neologisms. Modern English is particularly dynamic due to the influence of digital technologies, social media, globalization and popular culture. Many recently created words quickly become part of everyday communication, while others remain temporary expressions associated with particular social groups or trends. This paper examines the concept of neologism, the main ways new words are formed in Modern English, and their use in everyday life. Particular attention is paid to neologisms related to technology, social media, work, lifestyle, and contemporary social phenomena.

Language changes together with society. New inventions, social developments, cultural phenomena and changes in people’s lifestyles constantly create a need for new vocabulary. As a result, speakers coin new words, give new meanings to existing words, or combine linguistic elements in innovative ways. Such newly created or newly established lexical items are generally referred to as neologisms.

The rapid development of digital technologies has significantly accelerated the appearance and spread of neologisms. The Internet, smartphones, social networks and online communication have created new concepts that did not previously require specific vocabulary. Words such as selfie, hashtag, livestream, influencer, podcast and cyberbullying have become familiar to millions of English speakers. Some of these expressions originated in relatively specialized contexts but subsequently entered everyday language.

The aim of this paper is to explore the role of newly coined words in Modern English and to analyse their usage in everyday communication. The study focuses on the main mechanisms of neologism formation and on the factors that contribute to the popularity and spread of new lexical items.

A neologism can be defined as a newly created word, expression or meaning that has recently entered a language. The term comes from Greek neos (“new”) and logos (“word” or “speech”). However, it is not always easy to determine when a new word ceases to be a neologism. Some words remain new and relatively uncommon for only a short period, whereas others become fully established elements of the vocabulary.

Neologisms may arise in response to new realities. For example, the development of social networking platforms has produced such terms as influencer, unfollow, doomscrolling and clickbait. Technological developments have contributed words such as cryptocurrency, smartwatch, deepfake and cloud computing. The COVID-19 pandemic also contributed to the widespread use of expressions such as social distancing, lockdown and infodemic.

Neologisms are therefore not simply “new words”. They are linguistic evidence of social change. By studying them, linguists can identify important contemporary trends and observe how speakers adapt language to new circumstances.

Modern English uses a variety of word-formation processes to create new vocabulary.

One of the most productive processes is compounding, in which two or more existing words are combined to form a new lexical item. Examples include smartphone, livestream, cyberbullying, cloud-based and doomscrolling. Compounding is particularly common in technological and media vocabulary because it allows speakers to describe new concepts in a relatively transparent way.

Another important process is blending. A blend combines parts of two existing words. Examples include brunch (breakfast + lunch), infotainment (information + entertainment) and smog (smoke + fog). More recent examples include staycation (stay + vacation) and netiquette (Internet + etiquette).

Clipping involves shortening an existing word. For example, app comes from application, while demo comes from demonstration. Clipped forms are particularly common in informal communication because speakers tend to prefer short and convenient expressions.

Affixation is another productive process. New words can be formed by adding prefixes or suffixes to existing words. For example, unfriend and unfollow use the prefix un-, while words such as influencer and streamer contain productive suffixes.

Modern English also frequently uses conversion, whereby an existing word changes its grammatical category without a change in form. Digital communication provides numerous examples. For instance, to Google, to message, to DM and to screenshot illustrate the creation of verbs from nouns or abbreviations.

Finally, borrowing plays an important role in vocabulary development. English has always borrowed words from other languages, and globalization has increased this tendency. Contemporary English contains numerous terms that have entered international usage through popular culture, technology and social media.

Newly coined words are particularly visible in everyday communication. Social media has become one of the main environments in which new vocabulary is created, tested and disseminated.

For example, selfie refers to a photograph that a person takes of themselves, usually with a smartphone. The word became extremely widespread because it described a common behaviour associated with mobile technology. Similarly, hashtag refers to a word or phrase preceded by the symbol "#" and used to identify or organize content on social media.

The word influencer has also become part of everyday vocabulary. It generally refers to a person who has the ability to affect the opinions or purchasing behaviour of others, particularly through social media. Related vocabulary includes sponsored content, follower, unfollow, viral and trending.

Another recent phenomenon is doomscrolling, which describes the habit of spending a significant amount of time scrolling through negative or distressing news online. The term became especially visible during periods of social and political uncertainty. Its popularity demonstrates how a new word can provide a concise name for a relatively new behavioural pattern.

The expression ghosting is another example. It refers to suddenly ending communication with someone without explanation, especially in personal or online relationships. The term has become widely used in informal conversations and popular media.

In the workplace, technological and social changes have generated terms such as remote work, hybrid work, coworking, upskilling and digital nomad. Although some of these expressions are not entirely new, their frequency and meanings have developed considerably in recent years.

Technology is probably one of the strongest forces behind the creation and popularization of contemporary English vocabulary. Digital platforms not only generate new words but also enable them to spread globally within a very short period of time.

Social media users frequently create informal expressions, abbreviations and hashtags. Words such as DM ("direct message"), LOL ("laughing out loud"), FOMO ("fear of missing out") and IRL ("in real life") illustrate how online communication favours brevity and efficiency.

At the same time, many digital neologisms move beyond the Internet. People increasingly use expressions originating online in face-to-face conversations,

professional communication and journalism. This demonstrates that the boundary between online and offline language is becoming less distinct.

The influence of technology is also evident in the creation of new verbs. English speakers can easily transform technological nouns into verbs: people google information, message friends, stream films, download files and screenshot conversations. Such examples demonstrate the flexibility of English word formation.

The emergence of new vocabulary is a natural part of language change. Not every newly coined word becomes permanent. Some expressions disappear when the social or technological phenomenon that produced them becomes less relevant. Others survive and eventually become so common that speakers no longer perceive them as new.

The acceptance of a neologism depends on several factors, including frequency of use, usefulness, media exposure and social acceptance. Dictionaries can also play an important role in documenting lexical change. However, the inclusion of a word in a dictionary usually reflects its established usage rather than causing that usage.

Neologisms may also create difficulties for language learners. A learner who relies exclusively on traditional textbooks may not recognize expressions frequently used by native speakers in informal digital communication. Therefore, modern English teaching should introduce learners to relevant contemporary vocabulary while also explaining differences between formal, informal and context-specific usage.

Newly coined words are an essential part of Modern English. They reflect technological innovation, social transformation, cultural change and new patterns of human interaction. The rapid growth of social media and digital technologies has accelerated the creation and dissemination of neologisms.

Words such as selfie, influencer, ghosting, doomscrolling, livestream, hashtag and digital nomad demonstrate how new concepts and behaviours become incorporated into everyday vocabulary. Processes such as compounding, blending, clipping, affixation, conversion and borrowing contribute significantly to the expansion of the English lexicon.

The study of neologisms is important not only for linguists but also for language teachers and learners. Understanding newly coined words helps learners communicate more naturally and interpret contemporary English in social, professional, and digital contexts. Ultimately, the continual emergence of new vocabulary demonstrates English's adaptability and its ability to respond to the changing needs of its speakers.

References

1. Crystal, D. (2019). The Cambridge Encyclopedia of the English Language (3rd ed.). Cambridge University Press.
2. McCulloch, G. (2019). Because Internet: Understanding the New Rules of Language. Riverhead Books.
3. Plag, I. (2003). Word-Formation in English. Cambridge University Press.
4. Yule, G. (2020). The Study of Language (7th ed.). Cambridge University Press.
5. Bauer, L., Lieber, R., & Plag, I. (Eds.). (2013). The Oxford Reference Guide to English Morphology. Oxford University Press.

6. Merriam-Webster. (n.d.). Words at Play: New Words and Definitions. Merriam-Webster Dictionary. https://www.merriam-webster.com/
7. Oxford English Dictionary. (n.d.). Neologism. Oxford University Press. https://www.oed.com/

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.008.234-238

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ЧИТАННЯ ТА УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

Здіховська Тетяна Вікторівна
доцент
Денисюк Дарія Василівна
магістр
Волинський національний університет
імені Лесі Українки, Україна

Сучасний етап розвитку початкової освіти в Україні характеризується переорієнтацією освітнього процесу з переважного засвоєння учнями готової інформації на формування здатності самостійно здобувати знання, усвідомлено застосовувати їх у навчальних і життєвих ситуаціях, критично оцінювати одержані відомості та відповідально ставитися до результатів власної діяльності.

Теоретичні та методичні аспекти розвитку пізнавальної самостійності, саморегуляції навчання, мислення дітей, мовно-літературної освіти й читацької діяльності висвітлено в дослідженнях зарубіжних та українських учених. Зарубіжні дослідники розкривали закономірності когнітивного розвитку дитини, роль активної діяльності, досвіду, самоконтролю, мотивації та відповідальності учня за результати навчання. До них належать: А. Бандура, Дж. Брунер, Дж. Дьюї, М. Монтессорі, Ж. Піаже, Б. Циммерман. У працях українських учених досліджено дидактичні засади організації навчально-пізнавальної діяльності молодших школярів, формування вміння вчитися, розвиток пізнавальної активності й самостійності, методику навчання української мови, становлення читацької компетентності та способи роботи учнів із художніми й інформаційними текстами. Серед українських науковців відповідні питання розглядали: Н. Бібік, М. Вашуленко, О. Вашуленко, В. Мартиненко, О. Онопрієнко, О. Савченко. Напрацювання зазначених учених становлять вагоме підґрунтя для розуміння сутності самостійної навчальної діяльності та її впливу на розвиток молодшого школяра. Водночас потребує поглибленого розгляду цілісна організація самостійної роботи саме на уроках української мови та читання з урахуванням взаємозв'язку мовленнєвого, читацького й інтелектуального розвитку дітей, поступового ускладнення завдань, диференційованої педагогічної

підтримки та формування в учнів умінь планувати, контролювати й оцінювати власні пізнавальні дії. Зазначене підтверджує актуальність обраної теми та необхідність системного дослідження можливостей самостійної роботи як засобу вдосконалення розумових здібностей учнів початкової школи.

Особливі можливості для цього мають уроки української мови та читання, зміст яких безпосередньо пов'язаний із розвитком мовлення, мислення, уяви, пам'яті, спостережливості й здатності працювати з різними видами інформації. Виконання мовних вправ, самостійне опрацювання текстів, складання планів, добір заголовків, визначення теми й основної думки, формулювання запитань і відповідей сприяють перетворенню учня з пасивного виконавця в активного суб'єкта навчальної діяльності.

Самостійна робота є також одним із видів навчальної діяльності, яка, в свою чергу, поряд із спілкуванням, грою та працею є видом діяльності людини. Особливістю діяльнісного підходу є його спрямованість не лише на засвоєння учнем знань, але й на оволодіння ним способами цього засвоєння, мислення та діяльності, на розвиток творчого потенціалу та самостійності учня. А "самостійність" - це одна з властивостей особистості, що характеризується двома факторами: по-перше, сукупністю засобів знань, умінь і навичок, якими володіє особистість; по-друге, ставленням особистості до процесу діяльності, її результатів і умов здійснення, а також зв'язки з іншими людьми, які складаються в процесі діяльності [3, с.82].

Вихованню в учнів самостійності сприяє використання особистісного підходу, де людина (учень), її індивідуальність, самобутність, досвід, неповторність. Учитель, враховуючи рівень знань, умінь, навичок учня, його мотивів та цілей, організує освітній процес для всебічного розвитку у учня вищезазначених якостей особистості й відповідно до концепції особистісно-орієнтованого навчання має забезпечити повну й реальну можливість самовираження учня в процесі оволодіння знаннями, уміннями та навичками, а також постійне застосування наявного у них особистісного досвіду.

Проаналізувавши погляди вчених на поняття та сутність самостійної роботи, можна відзначити, що більшість дослідників застосовують діяльнісний підхід та розглядають самостійну роботу як вид навчальної діяльності, що, на наш погляд, є правильним. Самостійна робота представляє якість процесу пізнання як форму активізації навчання і надавала таке формулювання: "Самостійна робота учнів - індивідуальна та колективна навчальна діяльність, що здійснюється на навчальних заняттях або вдома під керівництвом учителя, але без його безпосередньої участі". У цьому визначенні, на нашу думку, автор намагалася висвітлити поняття самостійної роботи учнів, оскільки включає як його організаційну ознаку, так і характеристику пізнавальної діяльності учнів: вони працюють самостійно, без сторонньої допомоги; самостійно вивчають проблему і шукають шляхи ЇЇ вирішення. Компонентами самостійної роботи педагог вважала суб'єктів навчання, тобто учнів, а об'єктами - реальні явища, події, предмети, які пов'язані навчальними завданнями [4, с. 31].

Самостійна діяльність - складний вид навчальної роботи, який передбачає не тільки вирішення учнем навчального завдання без зовнішньої допомоги, але й формування таких його якостей, які характеризують особистісне ставлення до неї і процесу саморегуляції". На наш погляд, дане визначення не повною мірою відображає її зміст, оскільки поняття "діяльність" ширше, ніж поняття "робота", більше того - робота є одним із видів діяльності. Отож більш точним, на наш погляд, є таке визначення: самостійна робота є одним із видів навчальної діяльності учнів.

Ефективність самостійної і тим більше творчої роботи учнів повністю залежить від ефективності роботи вчителя по керівництву нею. Але наявність в учителя навіть високої кваліфікації - це ще не все. Головне це бажання працювати і доброзичливе ставлення до учнів, бажання допомогти учням в розвитку здібностей та схильностей. Учень інстинктивно, але абсолютно точно відчуває, чи щиро вчитель хоче йому добра чи тільки за професійним обов'язком. І якщо вчитель щиро хоче допомогти учню в його самостійній роботі, то в класі і тим більше в школі завжди знайдеться група учнів, які підуть за вчителем [2, с. 20].

Формально ж роль вчителя зводиться до такого. Учитель регулярно на кожному чи майже на кожному уроці літератури та української мови пропонує теми по своєму предмету всьому класу чи окремим учням. Що і кому запропонувати, вчитель повинен знати сам. Але учитель на своєму уроці може запропонувати теми, що не відносяться до його предмету: наприклад, вчитель - фізик, а у нього хобі - лірика, він може на своєму уроці чи після уроків запропонувати теми для створення літературних творів.

Друга роль вчителя - пропаганда самостійної і творчої діяльності (не тільки на своєму уроці) через показ виконаних робіт. Приклад. Учень приніс вчителю чи класному керівнику готову роботу, наприклад казку в віршах. Учитель повинен тут же на своєму уроці, навіть якщо це урок математики, прочитати її всьому класу (якщо учень не проти такого читання) і похвалити учня. Від уроку це відніме всього 4 - 5хв., що уроку не завадить, але активізує учнів, і якась кількість з них обов'язково захоче написати чи перекласти казку на вірші.

Зрозуміло, що комусь може здатися дивним, що на уроці математики учитель читає вірші. Насправді це можливо, якщо ми будемо мати на увазі сучасну школу, але ж мова йде про школу іншого типу. І те, що зовсім неприйнятне в сучасній школі, може бути нормальним явищем в школі іншого типу. Ось ця форма роботи в значній мірі знімає офіційну формальність поведінки вчителя на уроці і дозволяє вирішити проблему на практиці. В цьому випадку є просто дорослий і дитина, вчитель і учень - ось це і є яскравим проявом педагогіки співробітництва. І учитель в цьому випадку дійсно учитель а не офіційна особа, адже в учителя, як і у учня, також є свої інтереси, що виходять за рамки його предмета, і нехай він використовує ці інтереси. До того ж в даному випадку позакласна і урочна робота об'єднуються в єдину систему, що розширює можливості школи в цілому і кожного учителя окремо[3, с. 90]..

Якщо вчитель веде гурток чи факультатив то йому необхідно частково перебудувати свою роботу: поряд з вивченням теорії значну частину часу відводити на створення конкретного продукту (виробу, навчального посібника, літературного твору і т.п.). Наприклад, на факультативі з літератури необхідно вчити правилам написання літературних творів різного жанру: ліричних віршів, казок, фантастики.

Якщо вчитель веде гурток чи факультатив, то йому треба частково перебудувати свою роботу: поряд з вивченням теорії значну частину часу слід відводити на створення конкретного продукту (виробу, навчального посібника, літературного твору і т.п.), який можна було б записати в творчу книжку.

У виборі учнями теми для самостійної роботи є декілька шляхів:

- перший: учень сам вибирає тему за власним бажанням (в цьому випадку він робить те, що вважає за потрібне);
- другий: учитель на своєму уроці може запропонувати декілька тем по поглибленому вивченню поточного чи якогось іншого матеріалу, вирішити додаткові задачі. Може він і запропонувати тему у вигляді особистого прохання: зробити навчальний посібник, намалювати плакат і т.п.;
- третій: у виборі теми велику допомогу можуть надавати і самі діти. Наприклад зробив учень іграшку з природних матеріалів - учитель показує їх на своєму уроці і пропонує всім виконати подібну роботу. Можна сміливо сказати, що через один два тижні якась частина учнів (або один учень) зробить теж саме [1, с. 14].

Дуже ефективний спосіб надання допомоги учням у виборі теми - залучення учнів різних класів до виконання роботи на певну тему. Для цього в усіх класах пропонується зайнятися, наприклад, виготовленням своїх ініціалів із металу. На уроці (будь якому) демонструється одна чи декілька робіт і розповідається, як їх виготовити. Бажаючим спробувати свої сили в такому виді праці дається шматочок металу. В подальшому кращі роботи демонструються в усіх класах з детальною розповіддю про технологію їх виготовлення.

Але слід особливо відмітити, що керівництво самостійною і тим більше творчою роботою вимагає від вчителя дотримання певних правил, порушення яких може різко знизити ефективність такої роботи, аж до її повного припинення.

Вчителю, який часто має справу зі складними роботами, робота початківця може здатися занадто слабкою. Тому таку роботу треба порівнювати не з кращими зразками, а спиратися на норми, домагаючись того, щоб кожна наступна робота цього учня була кращою і складнішою за попередню.

Отже, готовність молодшого школяра до самостійної навчальної діяльності формується не внаслідок дії якогось одного ефективного засобу, а є закономірним результатом досконалої системи навчання, спрямованої на всебічний розвиток самостійності думки і самостійності як риси характеру дитини.

Список використаних джерел

1. Гузь О. Актуальні шляхи удосконалення читацької компетентності учнів в умовах Нової української школи. Початкова школа. 2019. № 5. С. 14-16.
2. Кузьменко Л.В. Застосування цифрових ресурсів на уроках читання в початковій школі. Вісник Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. 2020. №13. С. 18-21.
3. Семеній Н.О. Комунікативні вміння як основа успішної партнерської взаємодії майбутнього вчителя. Імідж сучасного педагога. 2022. №3 (204). С. 78-91.
8. Сидоренко П.О. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій на уроках української мови та читання. Педагогічний огляд. 2020. №20. С. 29-32.

PEDAGOGICAL MECHANISMS FOR ASSESSING NORMATIVE PATTERNS OF CHILDREN'S COGNITIVE DEVELOPMENT

Gulnoza Komilevna Kattayeva
Senior Lecturer
Department of Pedagogy and Psychology
Zarmed University, Samarkand Campus
Nilufar Ma'rufjonovna Makhmudjonova
Student, SBT-0325 Group
Zarmed University

Abstract. This article examines age-related norms of children's cognitive development and the pedagogical mechanisms through which intellectual abilities can be supported in preschool and early primary education. Particular attention is given to the development of perception, memory, attention, thinking, learning activity, self-regulation, and reflection. The discussion emphasizes that cognitive growth is not a uniform accumulation of knowledge; rather, it involves qualitative changes in the ways children perceive objects, organize information, regulate behaviour, and solve learning tasks. The article also considers the transition from predominantly involuntary forms of attention and memory in early childhood to increasingly purposeful and intellectually mediated processes at school age. On this basis, pedagogical implications are formulated for age-appropriate instruction, guided observation, meaningful memorization, planning, analysis, and reflective learning. The findings indicate that effective pedagogical support should correspond to the child's developmental stage, individual psychological characteristics, and emerging capacity for independent learning. Such an approach can strengthen cognitive engagement and provide a more consistent foundation for subsequent educational development.

Keywords: children; cognitive development; pedagogical mechanisms; intellectual abilities; perception; memory; attention; thinking; learning activity.

1. Introduction

From early childhood, children gradually begin to understand the properties of surrounding objects and the relationships between them. This period establishes an important foundation for cognitive development because perception and thinking become increasingly differentiated and organized. At the earliest stages, a child is generally unable to examine an object consistently and systematically. Attention is often directed toward one visually salient feature, and recognition is based on that feature rather than on a structured analysis of the object as a whole.

As new perceptual actions are acquired, the child moves from direct manipulation toward increasingly visual forms of orientation. Instead of examining every part of an object through physical contact, children begin to compare and identify objects by sight. By approximately three years of age, many children are able to identify objects corresponding to an adult-provided model by shape, size, and colour. Differentiation commonly develops from recognition of shape to size and then to colour, while the child also begins to understand that many different objects may share the same property [1, 2].

The pedagogical significance of these changes lies in the need to match instructional demands to the child's developmental readiness. Cognitive development at this age should therefore be supported through structured observation, comparison, classification, guided action, and language-rich interaction rather than through premature demands for formal memorization.

2. Literature Review

Research on children's cognitive development has long occupied an important place in psychology and pedagogy. The literature represented in the source base of this article addresses preschool pedagogy, the psychology of preschool-aged children, psychodiagnostics, and developmentally appropriate early learning practices [2-6]. These works collectively emphasize that intellectual development is inseparable from the organization of educational activity and from the child's interaction with adults, peers, objects, and symbolic systems.

Methodological materials on early childhood education also underline the importance of age-appropriate curricular design and structured learning environments. International early-learning frameworks included in the source base similarly stress developmental appropriateness, observation of children's progress, and the gradual formation of increasingly independent learning behaviours [7-10]. Taken together, these approaches justify viewing cognitive development not as a fixed set of age norms, but as a dynamic process that requires pedagogically informed observation and support.

Within this framework, the concept of a developmental norm should not be interpreted as a rigid benchmark that every child must reach at the same time. Rather, it serves as an orienting reference for understanding typical developmental tendencies while allowing for individual variation. Such an interpretation is especially important in preschool and early primary education, where differences in prior experience, language development, family environment, and learning opportunities may influence the pace and form of cognitive growth.

3. Analysis and Results

Available pedagogical observations indicate that around the age of three, children may distinguish several basic geometric forms, including circles, squares, triangles, rectangles, and polygons, as well as a range of basic colours. However, perceptual recognition does not necessarily mean that a child can accurately name these forms and colours or use the corresponding terms consistently in speech. The ability to identify a property visually can therefore precede the ability to verbalize it. For this reason, requiring three-year-old children to memorize and reproduce a broad set of colour and shape names may be developmentally inappropriate; more systematic verbal mastery is more characteristic of the subsequent preschool years [5, 6].

By the age of three, a substantial part of the child's vocabulary is connected with names of objects and actions. Word meanings are often linked to practical function: even when the appearance of an object or action changes, its name is retained because the child recognizes what the object is used for or what the action accomplishes. This functional basis of early word learning helps explain why practical activity, demonstration, and repeated contextual use are especially effective in early education.

As perception develops during the preschool years, memory also becomes more effective. At this stage, involuntary attention generally remains dominant. A child may listen to a story with considerable interest and still be immediately distracted by a new sound or by someone entering the room. Such distractibility is not simply a weakness; it reflects the child's strong sensitivity to new external stimuli. At the same time, the stability of attention increases when the object or activity is sufficiently clear, emotionally engaging, and meaningful. Voluntary attention begins to emerge gradually and should be supported through short, purposeful tasks rather than through prolonged demands that exceed the child's regulatory capacities.

Imagination in early childhood is closely related to impressions received from the surrounding environment. Speech and thinking are initially characterized by relatively simple associative connections between representations. As children grow older, curiosity about the environment increases, and the desire to see, hear, touch, and act becomes a significant driver of learning. Consequently, cognitive development depends not only on visual and auditory impressions but also on motor and kinaesthetic experience. Educational activities that integrate observation with manipulation, movement, and practical action therefore provide a stronger developmental basis than instruction relying only on verbal explanation.

The transition to school introduces a qualitatively different organization of learning. Learning activity is initially formed in cooperation with the teacher. A child entering school does not automatically know how to learn in a structured way. At the beginning, the teacher formulates the task, demonstrates the sequence of actions, and evaluates the result. Gradually, however, elements of this learning structure are transferred to the pupil, who begins to perform them more independently. This transition is important because it transforms the child's behaviour from externally regulated activity into increasingly purposeful, meaningful, and self-regulated action.

One of the central developmental tasks at this stage is the formation of the ability not only to follow goals set by adults, but also to formulate goals independently and regulate behaviour accordingly. In the process of mastering learning activity, several basic capacities of theoretical thinking become more clearly expressed: analysis, planning, and reflection. Analysis enables the learner to identify significant relationships in the material and distinguish them from secondary or accidental details. Planning supports the construction of a coherent system of mental and practical actions required to solve a learning task. Reflection enables pupils to explain and justify the correctness of their thinking and actions.

Once analysis, planning, and reflection become established as instruments of learning, they develop into more specialized intellectual actions. This changes the nature of the child's relationship with the surrounding world and contributes to the reorganization of major cognitive processes, including perception, memory, attention, and thinking. Compared with the preschool period, these processes change not only quantitatively but also qualitatively. Thinking becomes more abstract and generalized, while other psychological functions become increasingly conscious, voluntary, and intellectually mediated.

A major direction of school-age cognitive development is the transition from concrete and image-based representation toward verbal-logical and reasoned thinking. Preschool children often solve problems by relying on spontaneously formed representations and everyday concepts acquired through communication with adults. School learning, by contrast, increasingly requires the child to work with properties and relations expressed through systematized concepts. The extent to which such concepts are mastered, however, depends significantly on the quality and organization of teaching.

From approximately six years of age, a number of important changes become visible in the organization of thinking. Initial reasoning may remain empirical and associative, with the child acting according to directly observable features. Developmentally oriented teaching seeks to move beyond this level by helping the learner understand internal relationships, patterns of functioning, and processes of change. Intellectual reflection is especially important in this respect because it involves awareness of the content and grounds of one's own actions. Theoretical thinking becomes evident when a learner is required not merely to apply a previously given method, but to discover or construct an appropriate way of solving a new task.

Perception also becomes more organized. What was previously an immediate process of familiarization and differentiation can develop into purposeful observation carried out according to a plan. Under teacher guidance, pupils learn to identify the aim of observation, distinguish essential from secondary features, and record results in written or graphic form. Thus, perception increasingly functions as a meaningful and goal-directed cognitive activity rather than as passive reception of sensory information.

Memory similarly acquires a more intellectual and intentional character from the early school years. Children begin not only to remember but also to solve specific memory tasks: they intentionally set out to retain or reproduce particular material.

Elementary strategies such as simple repetition gradually develop into more complex forms of semantic processing. These include grouping information, identifying meaningful units, preparing an outline, selecting key words, classifying material, using schemes and models, and applying mnemonic techniques. Repeated reading becomes more productive when it is guided by changing cognitive purposes rather than treated as mechanical repetition.

At around six years of age, motivational needs and self-awareness also become more active. The desire for recognition from teachers, parents, and peers frequently becomes connected with achievement in learning. Educational activity requires responsibility and contributes to personal development. In a supportive learning environment, cognitive interest can become an increasingly important source of motivation. Meaningful feedback from teachers and peers regarding both learning methods and results also gains importance.

Self-analysis and personal reflection gradually develop, allowing children to evaluate their own capabilities, plan future actions, and anticipate possible outcomes. Behavioural control becomes more stable as children learn to understand social rules at home and in public settings and to regulate negative emotions more deliberately. Moral, aesthetic, and other higher-order feelings develop alongside these processes. The specific form of these psychological changes depends substantially on how learning activity is organized and what kind of intellectual demands it creates [7, 8].

Overall, the analysis shows that developmental progress is best understood as a coordinated transformation of perception, attention, memory, thinking, motivation, and self-regulation. Pedagogical practice is therefore most effective when these processes are not treated separately. Age-appropriate cognitive tasks, guided observation, meaningful verbal interaction, structured memorization strategies, and opportunities for independent planning and reflection should be integrated within the same educational environment.

4. Pedagogical Implications

The developmental patterns discussed above have several direct implications for educational practice. First, pedagogical expectations should correspond to the child's developmental stage. Tasks that require stable voluntary attention, abstract verbal reasoning, or deliberate memorization should be introduced gradually and supported through concrete materials, modelling, and guided practice. Second, teachers should distinguish between recognition and verbal mastery. A child may correctly perceive a colour, shape, or relationship before being able to name or explain it reliably.

Third, active engagement with learning material is essential. Observation should be combined with manipulation, movement, discussion, comparison, classification, and practical problem solving. Fourth, memory should be developed through meaningful organization of material rather than through mechanical repetition alone. Finally, school-age learners should be systematically encouraged to analyze tasks, plan actions, explain their reasoning, and reflect on results. These mechanisms strengthen both cognitive independence and the capacity for self-regulated learning.

5. Conclusion

The study of age-related patterns in children's cognitive development provides an important basis for pedagogical decision-making. Cognitive growth from early childhood to the first years of schooling is characterized by qualitative changes in perception, attention, memory, thinking, language-mediated activity, motivation, and behavioural regulation. These processes develop most effectively when pedagogical support corresponds to the child's psychological and physiological characteristics and when learning tasks are organized in a gradual, purposeful, and developmentally appropriate manner.

The analysis further demonstrates that the teacher's role changes over time: initially, the adult structures the learning process externally, whereas later the learner is gradually involved in goal setting, planning, analysis, self-monitoring, and reflection. This transfer from external guidance to internal regulation is one of the central mechanisms of cognitive and educational development. Accordingly, educational practice should focus not only on the amount of knowledge acquired by the child but also on the development of the intellectual actions through which knowledge is perceived, organized, understood, remembered, and applied.

The practical value of these conclusions lies in their relevance to preschool educators, primary-school teachers, and parents. A pedagogical environment that respects developmental norms while also recognizing individual differences can help create more effective conditions for children's intellectual growth and provide a stronger foundation for future learning.

References

1. Dzhanpeisova, G. E. (2002). Znakomstvo detey 5-6 let s geometricheskimi figurami [Introducing geometric figures to children aged 5-6]. Methodological manual for educators and parents. Tashkent.
2. Sodiqova, Sh. (2012). Maktabgacha pedagogika [Preschool pedagogy]. Tashkent: Fan va texnologiya. 268 p.
3. Qodirova, F., Toshpo'latova, Sh., & A'zamova, M. (2013). Maktabgacha pedagogika [Preschool pedagogy]. Tashkent: Ma'naviyat.
4. Jalilova, S. X., & Aripova, S. M. (2017). Maktabgacha yoshdagi bolalar psixologiyasi [Psychology of preschool-aged children]. Tashkent: Faylasuflar. 496 p.
5. Mavlonova, R. A., To'raeva, O. T., & Xoliqberdiev, U. M. (2001). Pedagogika [Pedagogy]. Tashkent: O'qituvchi.
6. Norbosheva, M. (2015). Maktabgacha ta'limda psixodiagnostika [Psychodiagnostics in preschool education]. Termiz.
7. Creative Curriculum. (2010). For infants, toddlers and twos. Washington, USA. 247 p.
8. State of Connecticut, Department of Education. 165 Capitol Avenue, Hartford, Connecticut 06106, USA.
9. Illinois State Board of Education. (2012). Early Learning Standards.
10. Developmentally Appropriate Practice in Early Childhood Programs Serving Early Learning Standards. (2012). Illinois State Board of Education.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.009.244-247

ПОХІДНІ З КОРЕНЕМ -ВИШН′/ВИШЕН′- У МОВНІЙ КАРТИНІ СВІТУ ПОЕЗІЇ «ЖИВ КОЛИСЬ НЕДОЛУГИЙ САДІВНИК…» О. ДОВГОГО

Строкаль Олександр
к. філол.н., асистент
Кафедра української мови та прикладної лінгвістики
ННІФ КНУ імені Тараса Шевченка, Україна

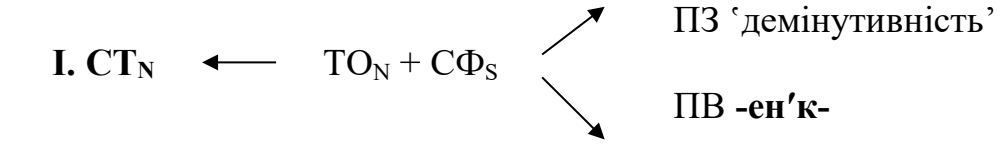
На становлення терміна «картина світу», зауважують дослідники, значний вплив мали ідеї В. фон Гумбольдта та О. Потебні про внутрішню форму слова й мови. Формування ж власне лінгвістичного поняття відбулося завдяки теоретичним положенням американської етнолінгвістики, зокрема появі гіпотези «лінгвістичної відносності» Е. Сепіра та Б. Уорфа [8, с. 71]. У модерній україністиці етнолінгвістичний аспект вивчення мовної картини світу представлено в наукових студіях В. Жайворонка. О. Тараненко та Л. Лисиченко досліджують її лексико-семантичний аспект, поетичній картині світу присвячено низку праць С. Єрмоленко, А. Мойсієнка, Н. Сологуб, Л. Ставицької, теоретичний огляд означеної проблематики здійснено в дослідженнях І. Голубовської, О. Селіванової та ін., аналіз інтелектуального розвитку мовної картини світу проведено в наукових студіях Л. Шевченко.

Одним із засобів створення в тексті індивідуально-авторської міфопоетичної картини світу виступають лінгвальні вербалізатори її ключових складників – концептів. З-поміж власне мовних засобів репрезентації останніх науковці виділяють лексичні, фразеологічні, паремійні одиниці, сполуки слів, речення та тексти [2, с. 110]. Хоча, як нами уже зазначалося, максимально наповнена образно-понятійними та ціннісними особливостями актуалізація концепту в тій чи іншій комунікативній ситуації забезпечується одночасною кореляцією в часопросторовому континуумі словесних формул і знаків із паравербальними (мімікою, жестами, інтонацією, атрибутами темпусу й локусу) [6].

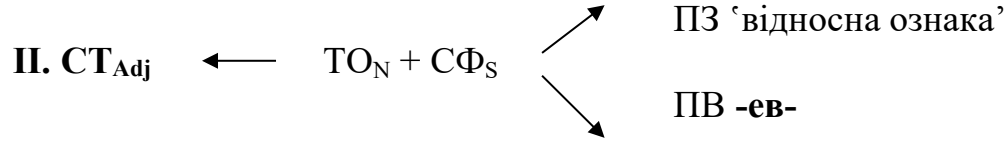
Основним концептом, або макроконцептом у мовній картині світу поезії О. Довгого **«Жив колись недолугий садівник…»** виступає концепт САД, який у своїй структурі містить низку мікроконцептів, поєднання концептуальних полів яких дозволяє митцю створити унікальний авторський міфопростір. Як зауважує О. Боронь, образ і символіка саду органічно притаманні українській культурі з огляду її хліборобську закоріненість, а тому надзвичайно поширені як в уснопоетичній творчості, так і професійній літературі [1, с. 57]. У мові поезії Олексія Довгого означений концепт має широку вербальну експлікацію, виступаючи у його авторській міфопоетичній картині світу своєрідною міфологемою, яка для ліричного героя поета втілює потойбічний світ, світ

пам'яті, або ж ідеальний і гармонійно упорядкований Всесвіт, порядок у якому забезпечується діяльністю образів Великого Батька та Великої Матері як очільників роду людського [5, с. 259].

У розгляданому вірші об'єктивацію згаданого концепту забезпечує актуалізація концепту-образу дерева вишні, представленого в мовній картині світу непохідними (вишня) та похідними дериватами (вишенька, вишеньки, вишневий). Як бачимо, іменникові та прикметникові похідні, утворені за допомогою суфіксів **-ен′к-** та **-ев-**, формують два словотвірні типи:



вишенька: 1. (Жив колись недолугий садівник. / Весь свій вік робив досліди над **вишеньками** [Довгий 2009, Т.4, с. 54]); 2. (А от **вишеньки** не забувають колишнього горя. / Щовесни плачуть бурштиновими сльозами, / згадуючи своїх сестер [Там само]).



вишневий: (Але рід **вишневий** все ж таки не гине [Довгий 2009, Т.4, с. 54]).

Аналізуючи особливості інтерпретації образу вишні в різних культурах – від символічного відображення дівочої краси в українців [4, с. 89], утілення фортуни в Китаї [11, p. 99], образної репрезентації готовності японського самурая пожертвувати життям [10, p. 61–62] до поетичного змалювання початку нового життя і весни [9, p. 2], помічаємо, що в зазначеному контексті має місце авторське поєднання кількох згаданих вище конотацій.

Так, досліджуючи покрокову реалізацію символьно-змістового наповнення цього образу в тексті, бачимо, що спершу для ліричного героя поета дерево вишні виступає своєрідною жертвою, на що вказує контекстуальне поєднання таких субстантивів, як «досліди» і «вишеньки», читаємо: «Жив колись недолугий садівник. / Весь свій вік робив **досліди над вишеньками**. / То йому хотілось на вишні червоних ягід / завбільшки як яблука. То чорного колючого / глоду» [3, с. 54]. Подальший розгляд уривку свідчить про підкреслення автором трагізму жертовності за допомогою введення в контекст вербатива «знівечити» та аксіологічного ад'єктива «жорстокі», порівняймо: «Багато **знівечив** вишеньок недолугий садівник <…> Довго вмовляли люди нечестивця покинути / свої **жорстокі** вправи» [3, с. 54].

Широкий контекстуальний аналіз дозволяє стверджувати, що поступово в поетичному тексті актуалізується мотив жіночої краси, асоційований із

семантикою ад'єктива «сестри», порівняймо: «А от **вишеньки** не забувають колишнього горя. / Щовесни плачуть бурштиновими сльозами, / згадуючи своїх **сестер**» [3, с. 54]. Зауважимо, що за допомогою уживання демінутивного суфікса **-ен′к-**, традиційно пов'язуваного з недорослими істотами, автор доповнює образно-смислове поле «жіноча краса» семами ʿюний' та ʿвік', що модифікує розгляданий художній образ, надаючи йому вікових атрибутів. Тож можемо говорити про реалізацію в тексті традиційного для українців мотиву дівочої краси, художньо експлікованого митцем вербалізованим образом вишневого цвіту.

Завершує вірш актуалізація автором за допомогою прикметниково-іменникової конструкції «вишневий рід» мотиву вічного й неспинного життя – «Але **рід вишневий** все ж таки не гине» [3, с. 54], який, на нашу думку [7, с. 119], може бути співвіднесений із образом СВІТОВОГО ДЕРЕВА як осердям всесвіту – вічним початком усього сущого.

Як бачимо з проведеного аналізу, концепт-образ вишні в розгляданій поезії художньо еволюціонує від жертви невдалих експериментів до експліканта дівочої краси і неперервності життя, чому сприяє активне уживання митцем непохідних і похідних дериватів із коренем -вишн′/вишен′- та низки контекстуально пов'язаних із ними лексем. Зауважимо, що в досліджуваній поезії має місце авторська трансформація стереотипних уявлень про Великого Батька як хранителя життя і порядку – так, унаслідок активного використання таких аксіологічно забарвлених лексем, як «недолугий», «нечестивець», «невдаха» автор створює цілком антагоністичний канонічному образ садівника-руйнівника, художньо асоційований зі смертю.

У контексті сказаного звертає на себе увагу авторська інтерпретація образу саду, який у міфосвіті ліричного героя досліджуваної поезії мислиться не як ідеалізований чи сакральний локус – радше як певна лабораторія, місце для експериментів, символізуючи собою в такий спосіб одвічну амбівалентність вічності й тимчасовості людського життя.

Список використаних джерел

1. Боронь, О. (2008). Образ саду у творчості Тараса Шевченка: генеза та семантика. Слово і час, 5, 57–63. https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/658be0f4-0b05-4dad-aa81-1967be7f4125/content .
2. Вільчинська, Т. (2017). Концепт «війна»: особливості мовної об'єктивації в газетному дискурсі. Лінгвістичні студії, 34, 110–114. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=lingst_2017_34_16
3. Довгий, О. (2009). Келих троянд. Вибрані твори в 4 т. Т.4. Київ : Укр. письменник.

4. Жайворонок, В. (2006). Знаки української етнокультури: словник-довідник. Довіра.
5. Строкаль, О. (2019). Вербалізація міфологеми «сад» у мові поезії Олексія Довгого. Studia linguistica. 2019. Київ. Вип. 15 : 250–260. https://studia-linguistica.knu.ua/verbalizacija-mifologemi-sad-u-movi-poezii-oleksija-dovgogo/ .
6. Строкаль, О. (2025). Вербалізація концепту МАТИ в поетичній мові Олексія довгого. Linguistic and Conceptual Worldviews, 1(77), 177-201. https://doi.org/10.17721/2520-6397.2025.1.10
7. Строкаль, О. (2026). Первинні і вторинні номінації з коренем -вишн'-/-вишен'- у мовній картині світу Олексія Довгого. Мовні і концептуальні картини світу. 2026. Київ. Вип. 79(1) : 113-123. https://doi.org/10.17721/2520-6397.2025.1.10 .
8. Яремчук, А. (2020). Мовна картина світу – концептуальна картина світу – художня картина світу: параметричні ознаки й характер співвідношення. Studia Ukrainica Posnaniensia, 8(1), 70–76. https://doi.org/10.14746/sup.2020.8.1.06 .
9. Moriuchi, E., & Basil, M. D. (2019). The Sustainability of Ohanami Cherry Blossom Festivals as a Cultural Icon. Sustainability, 11(6), 2–15. https://doi.org/10.3390/su11061820 .
10. Ohnuki-Tierney, E. (2002). Kamikaze, Cherry Blossoms, and Nationalisms: The Militarization of Aesthetics in Japanese History. University of Chicago Press. https://books.google.com.ua/books/about/Kamikaze_Cherry_Blossoms_and_Nationalism.html?hl=lv&id=K62e5Mk3Kd8C&redir_esc=y
11. Tresidder, J. (2017). Complete dictionary of symbols. Sausalito: Sausalito Public Library. https://archive.org/details/completedictiona00jack .

Section: Pharmaceutics

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.010.248-260

CHITOSAN AS A BIODEGRADABLE POLYMER WITH ANTIMICROBIAL POTENTIAL: SYNTHESIS METHODS, MECHANISMS OF ACTION, AND BIOMEDICAL APPLICATIONS

Guzel Bozhbanbayeva
Higher School of Medicine,
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-6163-7541
Aziza Kudaibergen
Higher School of Medicine,
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3077-0344
Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, 050040, Kazakhstan

ABSTRACT. This paper presents a systematic analysis of chitosan as a biodegradable polymer possessing intrinsic antimicrobial activity, positioning it as a promising alternative to conventional antibiotics amid rising antibiotic resistance. The main methods of chitosan production are considered – chemical, enzymatic, biological, and combined biotechnological – with a comparative evaluation based on degree of deacetylation, environmental impact, and suitability for biomedical use. The hierarchical relationship between chitosan's key physicochemical parameters – degree of deacetylation and molecular weight – and its antimicrobial mechanism of action, driven by the cationic nature of protonated amino groups, is analyzed. The anti-inflammatory role of chitosan, mediated through NF-κB inhibition and cytokine modulation, is demonstrated, and its biomedical applications are discussed in relation to the balance between bioactive and mechanical properties. The development of hybrid systems combining chitosan's bioactivity with the mechanical characteristics of other materials is identified as a promising direction for future research.

KEY WORDS. chitosan; antimicrobial activity; biodegradable polymers; degree of deacetylation; anti-inflammatory activity; wound healing.

INTRODUCTION. Microbial contamination remains one of the most pressing problems of our time, affecting healthcare, the food industry, water supply systems, and household sanitation [1]. Nosocomial infections caused by polyresistant strains are among the leading causes of death worldwide [2–4]. The widespread and often uncontrolled use of antibiotics has led to the selection of multidrug-resistant microorganisms, necessitating the development of fundamentally new strategies to combat infections [5, 6]. Traditional disinfection methods provide only temporary protection and may contribute to the further spread of resistance [7, 8]. Under these

conditions, antimicrobial polymers are considered a promising alternative to antibiotics [9].

Among biodegradable polymers, biopolymers occupy a special place – materials of natural or biotechnological origin that combine biodegradability, biocompatibility, and renewability of raw materials [10, 11]. However, far from all of them possess intrinsic antimicrobial activity. Most synthetic polyesters (PLA, PGA, PCL, PHA) serve merely as passive carriers for antibacterial additives [12–14]. In contrast, chitosan – a product of chitin deacetylation obtained from crustacean processing waste – exhibits intrinsic (inherent) antimicrobial activity attributable to the cationic nature of its amino groups [15, 16]. This feature, together with pronounced anti-inflammatory, hemostatic, and mucoadhesive effects, makes chitosan a unique multifunctional platform for biomedical applications [17–22]. This thesis is based on a systematic analysis of the scientific literature covering the period 2011–2026. Sources were searched in the Scopus, Web of Science, PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, and Google Scholar databases using combined keywords. Priority was given to original research and review articles published in peer-reviewed journals over the past decade.

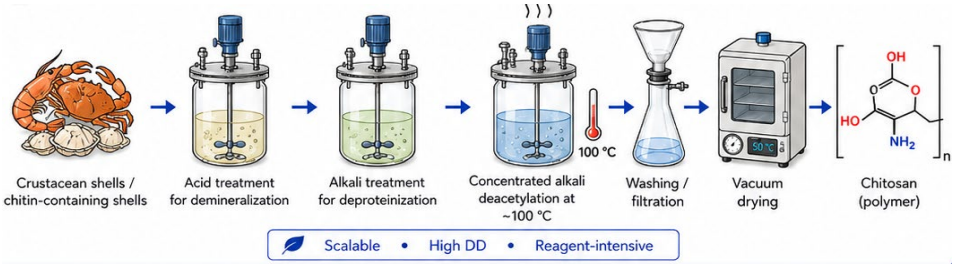
AIM AND TASKS OF RESEARCH. The aim of this paper is to summarize current data on chitosan as a biodegradable polymer with antimicrobial potential by sequentially considering: (1) methods of synthesis and production, (2) key physicochemical properties and their influence on biological activity, (3) mechanisms of antimicrobial and anti-inflammatory action, (4) areas of clinical and experimental application, and (5) limitations and prospects for further research. This systematic approach makes it possible to distinguish chitosan among other biopolymers and to substantiate its priority for the development of new anti-infective materials.

RESULTS OF RESEACH AND DISCUSSION. Synthesis of Chitosan. Chitosan is obtained from chitin contained in crustacean processing waste through the sequential removal of mineral and protein components followed by deacetylation [23, 24]. Depending on the technological approach, chemical, enzymatic, biological, and combined methods of synthesis are distinguished, each characterized by a specific balance of efficiency, environmental safety, and suitability for biomedical use (Table 1, Figure 1).

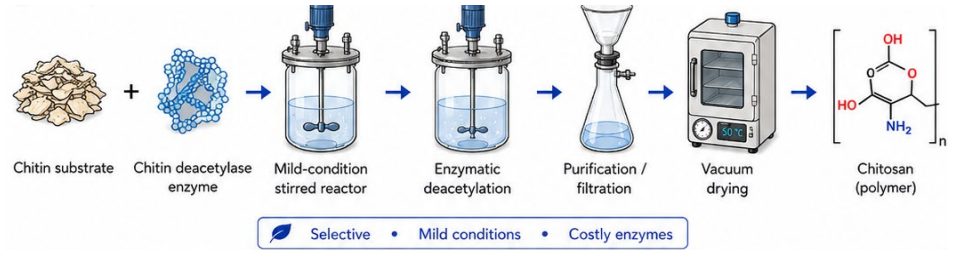
The chemical method is the most scalable and industrially established. It includes demineralization (HCl or organic acids), deproteinization (NaOH, elevated temperature), and final deacetylation with concentrated alkali (40–50% NaOH/KOH, ~100°C) [25–27]. The method provides a high degree of deacetylation (up to 95–98%) and high throughput, but is accompanied by the use of aggressive reagents, waste generation, and possible degradation of polymer chains [28]. These drawbacks are critical for biomedical applications, where residual toxicity and reproducibility of properties must be strictly controlled.

The high environmental burden of the chemical method has stimulated the search for alternatives, leading to the development of the enzymatic approach, based on the use of chitin deacetylase under mild conditions [29–32]. This method makes it possible to obtain chitosan with a degree of deacetylation of 74.9% and a molecular weight of

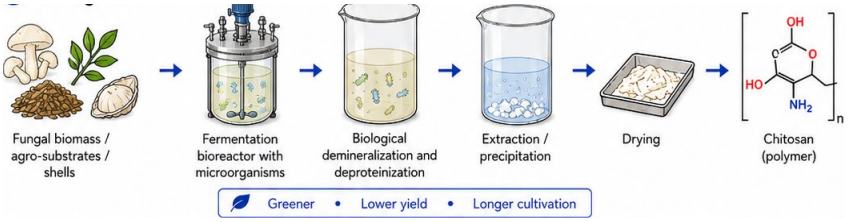
246.4 kDa, while preserving the structural integrity of the polymer. It is environmentally preferable and provides better control of properties, but is limited by the high cost of enzymes and the difficulty of scale-up, which makes it advisable primarily for high-purity biomedical materials.



a) Chemical method



b) Enzymatic method



c) Biological method

Figure 1: Equipment-based process scheme of Chitosan synthesis routes.

The limitations of the enzymatic method prompted the development of biological methods, which use microorganisms producing organic acids and proteolytic enzymes [33–35]. Submerged fermentation of Rhizopus arrhizus yields chitosan with a degree of deacetylation of up to 86%, while solid-state fermentation of Rhizopus oryzae on rice bran achieves 86.4% with higher productivity [35]. Biological methods are environmentally friendly and reduce dependence on animal-derived raw materials, but are characterized by low yield and variability.

Combined biotechnological approaches integrate microbial and enzymatic treatment. Sequential fermentation with Serratia marcescens, Lactobacillus plantarum, and Rhizopus japonicus made it possible to obtain chitosan with a degree of deacetylation of 81.23% and high molecular weight [36, 37]. This approach minimizes polymer degradation but requires multi-stage control.

Table 1 – Comparative evaluation of chitosan synthesis methods.

Method	**Conditions**	**Degree of deacetylation control**	**Environmental impact**	**Advantages**	**Limitations**
Chemical method	Acid demineralization, alkaline deproteinization, and deacetylation using 40-50% sodium hydroxide or potassium hydroxide at ~100°C or higher	High degree of deacetylation (up to 95-98%)	High	High efficiency, rapid process, scalable	Strong acids/alkalis use, chemical waste generation, polymer degradation, extensive purification required
Enzymatic deacetylation	Chitin deacetylase under mild pH and moderate temperature conditions	Moderate degree of deacetylation (74.9% with molecular weight of 246.4 kDa)	Low	High selectivity, mild reaction conditions, preservation of polymer structure, improved control of material properties	High enzyme cost, slow reaction rate, need for highly purified enzymes, limited industrial scalability
Biological method	Microorganisms producing organic acids and proteolytic enzymes; submerged and solid-state fermentation using fungal biomass or agro-industrial feedstocks	Degree of deacetylation up to 86% with preserved crystallinity	Very low	Decreased dependence on crustacean-derived raw materials, improved sustainability, higher production efficiency in solid-state fermentation compared with submerged fermentation	Low yield per biomass unit, prolonged cultivation time, variability in microbial activity, complex process standardization
Combined biotechnological methods	Sequential microbial and enzymatic processing (deproteinization, demineralization, enzymatic conversion)	Degree of deacetylation 81,23% with high molecular weight preservation	Low	Reduced polymer degradation, milder processing compared to chemical methods	Multi-step process, long production time, scale-up complexity

Comparative analysis shows that no single method is universally optimal. The chemical method is preferable for large-scale production, while the enzymatic and biological methods are better suited for obtaining chitosan with controlled characteristics. The choice of method depends on the target application: for biomedical purposes, approaches ensuring purity and preservation of the molecular structure are preferable.

Physicochemical properties and the antimicrobial mechanism of chitosan. The properties of chitosan form a hierarchical system in which primary structural parameters – degree of deacetylation (DD) and molecular weight (Mw) – determine solubility, viscosity, and biological activity [38, 39]. DD determines the content of free amino groups, which at DD > 50% distinguish chitosan from chitin [40, 41]. It is these amino groups (pKa ~6.5) that undergo protonation in an acidic environment, generating the cationic charge that underlies antimicrobial activity [42]. Mw determines the spatial structure of the chain and its mobility, which influences the mechanism of interaction with microorganisms. Solubility is determined by the ability of amino groups to protonate: at pH < 6.5 the chains acquire a positive charge and pass into solution, whereas at pH ≥ 6 deprotonation leads to precipitation [42, 43]. High Mw and crystallinity reduce solubility, whereas low Mw improves it [44, 45]. Viscosity increases with rising Mw and DD, and its progressive decrease during storage serves as a marker of degradation [43, 46]. Nanochitosan has a 30% lower viscosity, which enhances its bioavailability [46]. These described parameters give rise to a key biological consequence – antimicrobial activity (Figure 2).

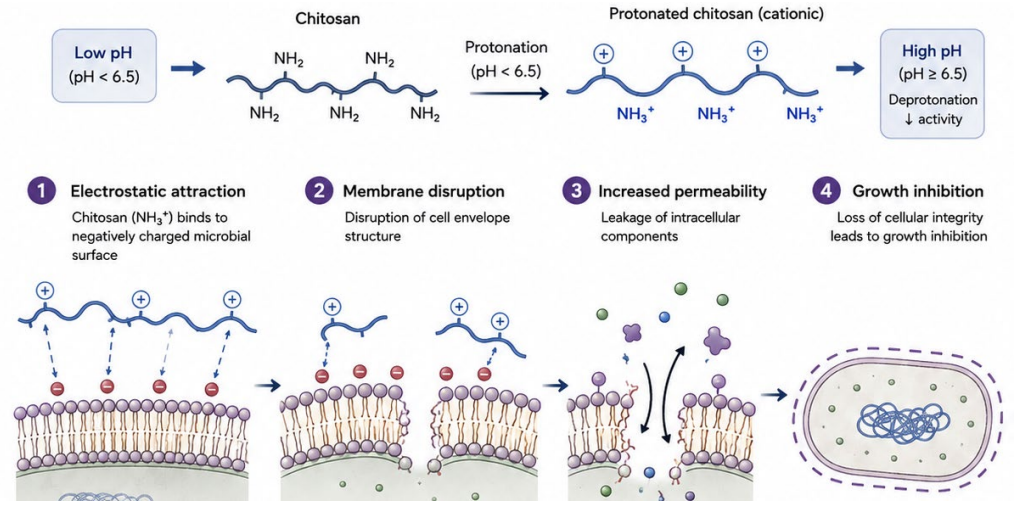


Figure 2: Schematic of the antimicrobial mechanism of action of chitosan.

In an acidic environment, protonated amino groups provide electrostatic attraction to the negatively charged components of microbial cell walls [43, 47]. This effectiveness has been confirmed against a wide range of pathogens: Gram-positive (Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus), Gram-negative (Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella spp., Vibrio cholerae), and fungi (Candida albicans) [43]. The nature of the interaction depends on Mw: high-

molecular-weight chitosan acts superficially, forming a barrier, whereas low-molecular-weight chitosan penetrates the cell and disrupts transcription [48]. This explains the more pronounced activity of nanoparticles compared with macrofilm forms [43]. Effectiveness decreases at pH ≥ 6 and in the presence of high ionic strength [43, 47]. Chitosan acts predominantly bacteriostatically – removal of the polymer leads to restoration of growth [48], which requires combination with other strategies for prolonged exposure. Through the selection of Mw and DD, the final characteristics of the material can be programmed – from a superficial bactericidal effect to intracellular delivery [43]. The presented data demonstrate a strict hierarchical relationship between the primary parameters of chitosan and its antimicrobial efficacy. Here, Mw dictates the specific mechanism of action: high-molecular-weight forms function as a surface barrier, while low-molecular-weight forms and nanoparticles penetrate the cell and disrupt transcription. However, due to the predominantly bacteriostatic nature of the effect and its reduced efficacy at high pH and ionic strength, long-term protection requires combination with other antimicrobial agents.

Anti-inflammatory activity of chitosan. Chitosan modulates inflammatory processes through three interrelated mechanisms. The first is modulation of the cytokine profile: chitosan-based hydrogels increase the expression of IL-10 and reduce pro-inflammatory mediators (IL-1β, IL-6, TNF-α, CRP) in diabetic wound models [49, 50]. The second is an effect on cellular phenotype: chitosan-based nanocarriers suppress monocyte recruitment and promote the transition of macrophages to the anti-inflammatory M2 phenotype [51, 52]. The third is a reduction in oxidative stress: chitosan-based hydrogels decrease the production of ROS and NO in activated macrophages [52, 53]. The common molecular link is inhibition of NF-κB signaling, which leads to a decrease in pro-inflammatory (IL-1β, IL-6, IL-12, TNF-α) and an increase in anti-inflammatory (IL-10, TGF-β) cytokines, supporting angiogenesis and tissue regeneration [54].

Biomedical applications of chitosan. The application of chitosan is determined by the specificity of its properties: in some areas it functions as an independent bioactive material, while in others it serves as a functional component of composite systems.

Drug delivery: actively overcoming barriers. Chitosan is in demand wherever transport across biological barriers is required. Its mucoadhesiveness and ability to open epithelial tight junctions make it preferable for mucosal membranes – unlike hydrophobic polyesters, which only passively release the drug [55]. Its cationic charge provides electrostatic binding of DNA and siRNA, opening a path to non-viral gene therapy [56, 57]. Hydrophilicity and pH-dependent solubility limit its use in neutral media, which stimulates the development of modified derivatives (e.g., thiolated) for oral delivery [58].

Wound healing: an integrated bioactive platform. Wound dressings require a combination of functions: a moist environment, gas exchange, hemostasis, and anti-inflammatory modulation [59, 60]. Chitosan is unique in combining all of these in a single material: its cationic properties provide an antibacterial effect, its amino groups participate in blood clotting, and NF-κB inhibition reduces inflammation [61-64].

Unlike PCL (which requires antibiotic loading) and PGA (which degrades rapidly with acidification), chitosan functions as a self-sufficient platform [65]. Its mechanical weakness is compensated for by compositing with gelatin or crosslinking (genipin).

Tissue engineering: a bioactive functionalizer. Here, chitosan acts as an additive that imparts biological activity to mechanically strong scaffolds. In composites with hydroxyapatite, PCL, or PLA, it improves cell adhesion, modulates inflammation, and stimulates regeneration, while mechanical support is provided by the synthetic components [66, 67].

Orthopedics: an auxiliary bioactive phase. In load-bearing applications, chitosan has no independent significance. Its role is limited to coatings and composite components – for example, in PCL/hydroxyapatite/chitosan screws or in coatings on magnesium implants to slow corrosion and stimulate osteogenesis [68, 69]. The four application areas demonstrate a common pattern: chitosan is most effective where bioactivity, rather than mechanics, plays the key role (wound dressings, mucosal delivery). As requirements for mechanical strength increase, chitosan shifts from being a primary material to being a functional modifier. The future of chitosan lies in the creation of hybrid systems in which its bioactivity complements the mechanical properties of other materials.

CONCLUSION. The analysis conducted allows us to conclude that chitosan occupies a unique position among biodegradable polymers owing to its intrinsic antimicrobial activity, attributable to the cationic nature of its amino groups. A key finding is the demonstration of a hierarchical relationship between structural parameters (DD and Mw) and biological activity, which transforms physicochemical characteristics into a tool for the targeted design of materials. The anti-inflammatory potential of chitosan, realized through NF-κB inhibition and cytokine modulation, expands its therapeutic possibilities. The analysis of applications shows that chitosan is most effective where bioactivity plays the determining role (wound dressings, mucosal delivery), whereas in load-bearing applications it functions as a functional modifier. The optimal strategy is the creation of hybrid systems in which the bioactivity of chitosan complements the mechanical properties of other materials. Prospects for future work include the development of stimuli-responsive systems, composite materials, and the clinical translation of existing developments.

References

1. M. Zhu, L. Ge, Y. Lyu, Y. Zi, X. Li, D. Li, C. Mu, Preparation, Characterization and Antibacterial Activity of Oxidized κ-Carrageenan, Carbohydr. Polym., 2017, 174, 1051-1058. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.029
2. C.L. Ventola, The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats, P T, 2015, 40, 277-283.
3. F. Siedenbiedel, J.C. Tiller, Antimicrobial polymers in solution and on surfaces: Overview and functional principles, Polymers, 2012, 4, 46-71. https://doi.org/10.3390/polym4010046

4. A. Muñoz-Bonilla, M. Fernández-García, Polymeric materials with antimicrobial activity, Prog. Polym. Sci., 2012, 37, 281-339. http://dx.doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2011.08.005
5. N.F. Kamaruzzaman, L.P. Tan, R.H. Hamdan, S.S. Choong, W.K. Wong, A.J. Gibson, A. Chivu, M.D.F. Pina, Antimicrobial Polymers: The Potential Replacement of Existing Antibiotics, Int. J. Mol. Sci., 2019, 20, 2747. https://doi.org/10.3390/ijms20112747
6. J. Hoque, S. Ghosh, K. Paramanandham, J. Haldar, Charge-Switchable Polymeric Coating Kills Bacteria and Prevents Biofilm Formation in Vivo, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2019, 11, 39150-39162. https://doi.org/10.1021/acsami.9b11453
7. Kenawy, E. R., Worley, S. D., & Broughton, R. The chemistry and applications of antimicrobial polymers: a state-of-the-art review. Biomacromolecules, 2007, 8(5), 1359-1384. https://doi.org/10.1021/bm061150q
8. A. Jain, L.S. Duvvuri, S. Farah, N. Beyth, A.J. Domb, W. Khan, Antimicrobial polymers, Adv. Healthc. Mater., 2014, 3, 1969-1985. https://doi.org/10.1002/adhm.201400418
9. Santos, M. R., Fonseca, A. C., Mendonça, P. V., Branco, R., Serra, A. C., Morais, P. V., & Coelho, J. F. Recent developments in antimicrobial polymers: A review. Materials, 2016, 9(7), 599. https://doi.org/10.3390/ma9070599
10. Baidurah, S. Methods of Analyses for Biodegradable Polymers: A Review. Polymers 2022, 14, 4928. https://doi.org/10.3390/polym14224928
11. Samir, A., Ashour, F. H., Hakim, A. A., & Bassyouni, M. Recent advances in biodegradable polymers for sustainable applications. Npj Materials Degradation, 2022, 6(1), 68. https://doi.org/10.1038/s41529-022-00277-7
12. Gopi, S.; Amalraj, A.; Thomas, S. Effective drug delivery system of biopolymers based on nanomaterials and hydrogels-a review. Drug Des. 2016, 5, 129.
13. Li, X.; Su, X. Multifunctional smart hydrogels: Potential in tissue engineering and cancer therapy. J. Mater. Chem. B, 2018, 6, 4714–4730. https://doi.org/10.1039/c8tb01078a
14. Alaswad, S.O.; Mahmoud, A.S.; Arunachalam, P. Recent Advances in Biodegradable Polymers and Their Biological Applications: A Brief Review. Polymers, 2022, 14, 4924. https://doi.org/10.3390/polym14224924
15. S. Islam, M. A. R. Bhuiyan and M. N. Islam, Chitin and chitosan: structure, properties and applications in biomedical engineering, Journal of Polymers and the Environment, 2016, 25(3), 854–866. https://doi.org/10.1007/s10924-016-0865-5
16. I. Aranaz, A. R. Alcantara, M. C. Civera et al., Chitosan: an overview of its properties and applications, Polymers, 2021, 13(19), 3256. https://doi.org/10.3390/polym13193256
17. S. Parham, A. Z. Kharazi, H. R. Bakhsheshi-Rad, H. Ghayour, A. F. Ismail, H. Nur and F. Berto, Electrospun Nano-Fibers for Biomedical and Tissue Engineering Applications: A Comprehensive Review. Materials (Basel, Switzerland), 2020, 13(9), 2153. https://doi.org/10.3390/ma13092153

18. M. Kong, X. G. Chen, K. Xing and H. J. Park, Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state-of-the-art review, International Journal of Food Microbiology, 2010, 144(1), 51–63. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.012
19. R. Gil-Gonzalo, D. A. Durante-Salmerón, S. Pouri, E. Doncel-Pérez, A. R. Alcántara, I. Aranaz and N. Acosta, Chitosan-coated liposome formulations for encapsulation of ciprofloxacin and etoposide. Pharmaceutics, 2024, 16(8), 1036. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16081036
20. C. Ardean, C. M. Davidescu, N. S. Nemeş, A. Negrea, M. Ciopec, N. Duteanu and V. Musta, Factors influencing the antibacterial activity of chitosan and chitosan modified by functionalization, International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(14), 7449. https://doi.org/10.3390/ijms22147449
21. Tan, Yulong, et al. "Long-term antibiofilm activity of carboxymethyl chitosan on mixed biofilm on silicone." The Laryngoscope 126.12, 2016, E404-E408. https://doi.org/10.1002/lary.26096
22. K. Bal, S. Küçükertuğrul Çelik, S. Şentürk, Ö. Kaplan, E. B. Eker and M. K. Gök, Recent progress in chitosan-based nanoparticles for drug delivery: a review on modifications and therapeutic potential, Journal of Drug Targeting, 2025, 33(8), 1366–1393. https://doi.org/10.1080/1061186X.2025.2502956
23. Gîjiu, C. L., Isopescu, R., Dinculescu, D., Memecică, M., Apetroaei, M.-R., Anton, M., Schröder, V., & Rău, I, Crabs Marine Waste—A Valuable Source of Chitosan: Tuning Chitosan Properties by Chitin Extraction Optimization. Polymers, 2022, 14(21), 4492. https://doi.org/10.3390/polym14214492
24. Rai, S., Pokhrel, P. R., Udash, P., Chemjong, M., Bhattarai, N., Thuanthong, A., Nalinanon, S., & Nirmal, N. P, Chitin and chitosan from shellfish waste and their applications in agriculture and biotechnology industries. Critical Reviews in Biotechnology, 2025, 45, 1508–1526. https://doi.org/10.1080/07388551.2025.2473576
25. Hossin, M. A., Al Shaqsi, N. H. K., Al Jouby, S. S. J. A., & Al Sibani, M. A, A review of polymeric chitin extraction, characterization, and applications. Arabian Journal of Geosciences, 2021, 14, 1870. https://doi.org/10.1007/s12517-021-08239-0
26. Kou, S., Peters, L., & Mucalo, M. Chitosan: A review of sources and preparation methods. International Journal of Biological Macromolecules, 2018,169, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.005
27. Younes, I., & Rinaudo, M. Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. Marine Drugs, 2015, 13(3), 1133–1174. https://doi.org/10.3390/md13031133
28. H. Yang, G. Gozaydin, R. R. Nasaruddin, J. R. G. Har, X. Chen, X. Wang and N. Yan, Toward the Shell Biorefinery: Processing Crustacean Shell Waste using Hot Water and Carbonic Acid, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2019, 7(5), 5532–5542. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b06853
29. Y. Zhang, X. Luo, L. Yin, F. Yin, W. Zheng and Y. Fu, Isolation and screening of a chitin deacetylase producing Bacillus cereus and its potential for chitosan

preparation, Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2023, 11, 1183333. https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1183333
30. S. Rakshit, S. Saha and T. Saha, Extraction of chitosan from biologically-derived chitin by bacterial chitin deacetylase: process optimization and product quality assessment, International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 244, 125389. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125389
31. Pachapur, V.L., Guemiza, K., Rouissi, T., Sarma, S.J. and Brar, S.K. Novel biological and chemical methods of chitin extraction from crustacean waste using saline water. J. Chem. Technol. Biotechnol., 2016, 91: 2331-2339. https://doi.org/10.1002/jctb.4821
32. Kaur, S., & Dhillon, G. S. Recent trends in biological extraction of chitin from marine shell wastes: a review. Critical Reviews in Biotechnology, 2015, 35(1), 44–61. https://doi.org/10.3109/07388551.2013.798256
33. A. Cardoso, C. I. M. Lins, E. R. Dos Santos, M. C. F. Silva and G. M. Campos-Takaki, Microbial Enhance of Chitosan Production by Rhizopus arrhizus Using Agroindustrial Substrates, Molecules, 2012, 17(5), 4904–4914. https://doi.org/10.3390/molecules17054904
34. T. Thirugnanasambandan and S. C. B. Gopinath, Laboratory to industrial scale synthesis of chitosan-based nanomaterials: A review, Process Biochemistry, 2023, 130, 147–155. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2023.04.008
35. H. L. Gouvea, N. O. Galdino and M. I. Rodrigues, Sustainable Production of Bioactive Chitosan from Fermented Rice Bran and Husk via Solid-State Fermentation, Fermentation, 2026, 12(1), 44. https://doi.org/10.3390/fermentation12010044
36. H. Zhang, L. Wang and Y. Li, The preparation and characterization of chitin and chitosan under large-scale submerged fermentation level using shrimp by-products as substrate, International Journal of Biological Macromolecules, 2017, 96, 334–339. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.12.017
37. M. M. Namboodiri and K. Pakshirajan, Sustainable and green approach of chitosan production from food industry waste using a novel strain of Rhizopus oryzae, Bioresource Technology, 2019, 283, 263–270. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.085
38. S. Islam, M. A. R. Bhuiyan and M. N. Islam, Chitin and chitosan: structure, properties and applications in biomedical engineering, Journal of Polymers and the Environment, 2016, 25(3), 854–866. https://doi.org/10.1007/s10924-016-0865-5
39. D. Alemu, E. Getachew and A. K. Mondal, Study on the physicochemical properties of chitosan and their applications in the biomedical sector, International Journal of Polymer Science, 2023, Article 5025341, 13 p. https://doi.org/10.1155/2023/5025341
40. A. Matica, T. Aachmann, H. Sletta and V. Ostafe, Chitosan as a wound dressing starting material: antimicrobial properties and mode of action, International Journal of Molecular Sciences, 2019, 20(23), 5889. https://doi.org/10.3390/ijms20235889

41. M. Eddya, B. Tbib and K. El-Hami, A comparison of chitosan properties after extraction from shrimp shells by diluted and concentrated acids, Heliyon, 2020, 6(2), e03486. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03486
42. V. Zargar, M. Asghari and A. Dashti, A review on chitin and chitosan polymers: structure, chemistry, solubility, derivatives, and applications, ChemBioEng Reviews, 2015, 2(3), 204–226. https://doi.org/10.1002/cben.201400025
43. I. Aranaz, A. R. Alcantara, M. C. Civera et al., Chitosan: an overview of its properties and applications, Polymers, 2021, 13(19), 3256. https://doi.org/10.3390/polym13193256
44. N. C. Minh, N. Van Hoa and T. S. Trung, Preparation, properties, and application of low-molecular-weight chitosan, in Handbook of Chitin and Chitosan, S. Gopi, S. Thomas and A. Pius, Eds., Elsevier, Amsterdam, 2020, pp. 453–471. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817970-3.00015-8
45. S. Hu, Y. Wang, X. Wen, L. Wang, Z. Jiang and C. Zheng, Effects of low-molecular-weight chitosan on the growth performance, intestinal morphology, barrier function, cytokine expression and antioxidant system of weaned piglets, BMC Veterinary Research, 2018, 14(1), 215. https://doi.org/10.1186/s12917-018-1543-8
46. Chattopadhyay, D. P., & Inamdar, M. S. Aqueous behaviour of chitosan. International Journal of Polymer Science, 2010(1), 939536. https://doi.org/10.1155/2010/939536
47. Román-Doval, R., Torres-Arellanes, S.P., Tenorio-Barajas, A.Y., Gómez-Sánchez, A., Valencia-Lazcano, A.A., Chitosan: Properties and its application in agriculture in context of molecular weight, Polymers, 2023, 15(13), 2867. https://doi.org/10.3390/polym15132867
48. D. Raafat, K. Von Bargen, A. Haas and H. G. Sahl, Insights into the mode of action of chitosan as an antibacterial compound. Applied and environmental microbiology, 2008, 74(12), 3764-3773. https://doi.org/10.1128/AEM.00453-08
49. J. Xu, L. Chang, Y. Xiong and Q. Peng, Chitosan-Based Hydrogels as Antibacterial/Antioxidant/Anti-Inflammation Multifunctional Dressings for Chronic Wound Healing, Advanced Healthcare Materials, 2024, 13, e2401490. https://doi.org/10.1002/adhm.202401490
50. H. Zhong, Y. Fang, M. Luo, L. Wang, J. Huang, G. Dai, K. Liu, J. Wu and J. Du, Deferoxamine-Loaded Injectable Chitosan-Grafted Chlorogenic Acid/Oxidized Hyaluronic Acid Hybrid Hydrogel with Antibacterial, Anti-inflammatory, and Angiogenesis-Promoting Properties for Diabetic Wound Repair, ACS Applied Materials & Interfaces, 2024, 16, 28209–28221. https://doi.org/10.1021/acsami.4c04677
51. S. Goyal, D. Thirumal, J. Rana, A. K. Gupta, A. Kumar, M. A. Babu, P. Kumar and R. K. Sindhu, Chitosan based nanocarriers as a promising tool in treatment and management of inflammatory diseases, Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, 2024, 7, 100442. https://doi.org/10.1016/j.carpta.2024.100442
52. Y. Lu, X. Lou, J. Jiang, J. Wang, X. Peng, H. Yao and J. Wu, Antioxidative, Anti-Inflammatory, Antibacterial, Photo-Cross-Linkable Hydrogel of Gallic Acid–Chitosan

Methacrylate: Synthesis, In Vitro, and In Vivo Assessments, Biomacromolecules, 2024, 25, 4358–4373. https://doi.org/10.1021/acs.biomac.4c00410
53. X. Guan, H. Yao and J. Wu, Photocrosslinkable hydrogel of ibuprofen-chitosan methacrylate modulates inflammatory response, Journal of Biomedical Materials Research Part A, 2024, 112, 2001–2017. https://doi.org/10.1002/jbm.a.37758
54. A. Dambuza, P. P. Mokolokolo, M. E. Makhatha and M. A. Sibeko, Pharmacological and Biological Efficacy of Chitosan-Based Materials, International Journal of Molecular Sciences, 2025, 26, 10735. https://doi.org/10.3390/ijms262110735
55. S. Parham, A. Z. Kharazi, H. R. Bakhsheshi-Rad, H. Ghayour, A. F. Ismail, H. Nur and F. Berto, Electrospun Nano-Fibers for Biomedical and Tissue Engineering Applications: A Comprehensive Review. Materials (Basel, Switzerland), 2020, 13(9), 2153. https://doi.org/10.3390/ma13092153
56. R. Gil-Gonzalo, D. A. Durante-Salmerón, S. Pouri, E. Doncel-Pérez, A. R. Alcántara, I. Aranaz and N. Acosta, Chitosan-coated liposome formulations for encapsulation of ciprofloxacin and etoposide. Pharmaceutics, 2024, 16(8), 1036. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16081036
57. C. Ardean, C. M. Davidescu, N. S. Nemeş, A. Negrea, M. Ciopec, N. Duteanu and V. Musta, Factors influencing the antibacterial activity of chitosan and chitosan modified by functionalization, International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(14), 7449. https://doi.org/10.3390/ijms22147449
58. C. Brasselet, G. Pierre, P. Dubessay, M. Dols-Lafargue, J. Coulon, J. Maupeu, Modification of chitosan for the generation of functional derivatives, Applied Sciences, 2019, 9(7), 1321. https://doi.org/10.3390/app9071321
59. Nuutila, K.; Eriksson, E. Moist Wound Healing with Commonly Available Dressings. Advances in Wound Care, 2021, 10(12), 685–698. https://doi.org/10.1089/wound.2020.1232
60. Nguyen, H.M.; Le, T.T.N.; Nguyen, A.T.; Le, H.N.T.; Pham, T.T. Biomedical Materials for Wound Dressing: Recent Advances and Applications. RSC Advances, 2023, 13, 5509–5528. https://doi.org/10.1039/d2ra07673j
61. Y. Liu, M. Zhou and Y. Liu, Genipin-crosslinked chitosan/gelatin scaffolds for diabetic wound healing, Biomaterials Science, 2020, 8(12), 3346–3357. https://doi.org/10.3390/md13127068
62. A. Dev, J. C. Mohan, V. Sreeja, H. Tamura, G. R. Patzke, F. Hussain, S. Weyeneth, S. V. Nair and R. Jayakumar, Novel carboxymethyl chitin nanoparticles for cancer drug delivery applications. Carbohydrate Polymers, 2010, 79(4), 1073-1079. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.10.038
63. Z. Jiang, Z. Song, C. Cao, M. Yan, Z. Liu and C. Cheng, Multiple natural polymers in drug and gene delivery systems, Current Medicinal Chemistry, 2024, 31(13), 1691–1715. https://doi.org/10.2174/0929867330666230316094540
64. S. Mao, W. Sun and T. Kissel, Chitosan-based formulations for delivery of DNA and siRNA. Advanced drug delivery reviews, 2010, 62(1), 12-27. https://doi.org/10.1016/j.addr.2009.08.004

65. A. Bernkop-Schnürch and S. Dünnhaupt, Thiomers – a new generation of multifunctional polymers, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 2012, 81(3), 463–469. https://doi.org/10.1016/j.addr.2005.07.002
66. E. Rostami, Progresses in targeted drug delivery systems using chitosan nanoparticles in cancer therapy: A mini-review, Journal of Drug Delivery Science and Technology, 2020, 58, 101813. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101813
67. Chan, B.P.; Leong, K.W. Scaffolding in Tissue Engineering: General Approaches and Tissue-Specific Considerations. European Spine Journal, 2008, 17(Suppl. 4), 467–479. https://doi.org/10.1007/s00586-008-0745-3
68. V. P. Varlamov, A. V. Il'ina, B. T. Shagdarova, A. P. Lunkov and I. S. Mysyakina, Chitin/Chitosan and Its Derivatives: Fundamental Problems and Practical Approaches, Biochemistry (Moscow), 2020, 85(Suppl 1), S154–S176. https://doi.org/10.1134/S0006297920140084
69. Prakasam, M.; Locs, J.; Salma-Ancane, K.; Loca, D.; Largeteau, A.; Berzina-Cimdina, L. Biodegradable Materials and Metallic Implants – A Review. Journal of Functional Biomaterials, 2017, 8(4), 44. https://doi.org/10.3390/jfb8040044

Section: Philosophy

УДК 94(477)"16/17":271.2

THE CONFESSIONAL FACTOR OF UKRAINIAN IDENTITY IN THE 17TH–18TH CENTURIES

Shamsutdynova-Lebediuk Tetiana
Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor
Department of Philosophy
ORCID: 0000-0001-9288-7005
Lishchuk Oleksandr
PhD Candidate
ORCID: 0009-0000-7327-9346
Rivne State University of the Humanities, Ukraine

The early modern history of the Ukrainian lands provides a relatively rare European example of how confessional affiliation assumed functions that in other regions were performed by dynastic loyalty, estate-based patriotism, or territorial rights. From the Union of Brest of 1596 to the secularization measures of the late eighteenth century, Orthodoxy functioned not merely as a system of doctrine and ritual practice but, above all, as a vocabulary through which the Ruthenian community of the Polish-Lithuanian Commonwealth, and later the population of the Hetmanate, described itself, its privileges, and the boundaries of its community. These theses outline four key stages of this process and formulate a qualification concerning the analytical limits of the confessionalization model when applied to the Eastern European context. The empirical basis consists of polemical treatises from the late sixteenth and first third of the seventeenth centuries, articles of Cossack-Polish agreements, documents of Orthodox brotherhood centers, and legislative acts of the Russian Empire concerning the administration of the Kyiv Church. The analytical approach is based on treating confessional affiliation not as a fixed characteristic of the population but as a variable social function whose meaning was determined by the configuration of political institutions surrounding it.

The nineteenth-century historiographical tradition interpreted the Union of Brest as an event that divided an otherwise homogeneous Ruthenian community. The source material supports a different interpretation. By the end of the sixteenth century, the confessional affiliation of the Ruthenian nobility and burghers functioned primarily as an inherited custom that did not require explicit verbal justification (Hudziak, 2000). The Union made such justification obligatory: the parties were compelled to demonstrate their orthodoxy in terms of canon law, historical continuity, and linguistic tradition. Polemical literature, from Meletius Smotrytskyi's Threnos (1610) to Zacharias Kopystenskyi's Palinodia, transformed everyday adherence to the rite into a system of arguments

concerning the origins, rights, and historical agency of the "Ruthenian people" (Yakovenko, 2002). The very vocabulary of the polemics is revealing: the parties disputed the right to use the designation "Ruthenian," the continuity of the Kyiv ecclesiastical tradition from the time of Volodymyr's baptism, and the legitimacy of ecclesiastical jurisdiction. In this dispute, the confessional argument inevitably acquired historical and territorial dimensions. The conflict performed a productive function: it created a need for self-description that had not previously existed. The trajectory of Smotrytskyi himself is equally indicative. After his conversion to the Union in 1627, in his Apologia he redefined the same concepts in favor of the opposite position, demonstrating the mobility rather than the fixed nature of confessional identities at the time.

The chain of institutional decisions — the stauropegial status granted to the Lviv Dormition Brotherhood (1586), the establishment of the Kyiv Epiphany Brotherhood (1615), the restoration of the Orthodox hierarchy with the assistance of Patriarch Theophanes III of Jerusalem (1620), and the merger of the Lavra and Brotherhood schools into the college of Petro Mohyla (1632) — created an infrastructure capable of reproducing the confessional community through education and book printing rather than through inheritance alone (Isaievych, 1966; Nychyk, 1997). Mohyla's reform adopted the Latin school curriculum, rhetorical instruments, and theological techniques of its opponent, applying them to the defense of the Orthodox position. The result was a cultural configuration in which Orthodox confessional identity was combined with Latin learning, while Ruthenian distinctiveness was articulated through means intelligible throughout the Polish-Lithuanian Commonwealth (Dovha, 2012). The normative consolidation of this position took place in the Orthodox Confession of Faith, approved by the Synod of Iași in 1642, and in the catechism of 1645, which offered Eastern Christianity a systematic exposition of doctrine constructed according to a scholastic framework. At the same time, it should be noted that this strategy had a dual consequence: the intellectual instruments developed to defend confessional distinctiveness could subsequently be transferred with relative ease into other jurisdictional contexts, which is precisely what the Russian ecclesiastical administration exploited in the eighteenth century.

The formula "Nalyvaiko's Faith," which emerged in Polish polemics as a derogatory designation for Ruthenian Orthodoxy, eventually became a self-designation for a political position (Plokhy, 2006). The Cossack army, which lacked the estate-based grounds to speak on behalf of the "Ruthenian people," found in the defense of the faith a sufficient basis for such representation: the defense of the "Greek religion" made it possible to formulate political demands in a language that was legitimate within the legal culture of the period. This operation can be traced in Petro Konashevych-Sahaidachny's support for the consecration of the Orthodox hierarchy in 1620, in the Protestation of 1621, and in the Zboriv (1649) and Hadiach (1658) negotiation articles, where the abolition of the Union was listed among the principal demands. Here, confession functioned not as the motive for political action but as its legitimizing framework — a distinction that should be maintained in order to avoid reducing Cossack politics to religious enthusiasm. The effectiveness of this framework derived from the fact that it expanded the range of those in whose name the Zaporozhian Host could speak: by defending the "Greek religion," the

Cossacks spoke not only on their own behalf but also on behalf of burghers associated with brotherhood centers, part of the nobility, and monastic communities — that is, a socially heterogeneous aggregate for which no other common designation existed.

The transfer of the Kyiv Metropolitanate under the jurisdiction of the Moscow Patriarchate (1685–1686) changed not the doctrine but the social function of confession. As long as Orthodoxy was opposed to Catholicism and the Union within the Polish-Lithuanian Commonwealth, it delineated the boundary of the community. Once it became the faith of the state into which the Hetmanate had been incorporated, this boundary disappeared: a shared confession began to serve integration rather than differentiation (Plokhy, 2006). The bans on printing in Kyiv and Chernihiv (1720, 1721, 1727), the introduction of the Ecclesiastical Regulation (1721), the standardization of liturgical practice, and the secularization of monastic estates (1786) successively dismantled the institutional foundations that had made Orthodoxy a bearer of distinctiveness. Other markers assumed the function of differentiation — the legal autonomy of the Hetmanate, the historiographical tradition, and later language. A paradoxical consequence of this process was that Kyiv's intellectual tradition, originally developed as a means of defending distinctiveness, came in the eighteenth century to nourish the broader imperial ecclesiastical culture: graduates of the Kyiv-Mohyla Academy occupied episcopal sees throughout the empire, while the Synopsis of 1674 remained for a century a fundamental historical text that incorporated the Kyivan past into the dynastic scheme of Muscovite rule.

The classical model of confessionalization, developed on the basis of the German territorial states, presupposes an alliance between confessional discipline and the state apparatus. The Polish-Lithuanian Commonwealth did not provide such an alliance for the Orthodox community, while the Muscovite state applied it only after Ruthenian confessional culture had already developed independently. Thus, the Ukrainian lands of the seventeenth century demonstrate a form of confessionalization without a state: discipline was exercised by brotherhoods, diocesan visitations, and the school network (Skoczylas, 2010). This does not invalidate the model but requires its reformulation: the agent of confessional discipline may be a community deprived of state support, and precisely such a configuration may most strongly facilitate the transformation of religious affiliation into a marker of political belonging.

The episodes examined above form a sequence in which Orthodoxy successively performed three different roles: first, as an object of defense; then, as a language of political representation; and finally, as an instrument of imperial integration. The change in its role resulted not from doctrinal transformations but from changes in the institutional context. This observation has broader implications for the discussion of the relationship between religion and early modern forms of collective self-consciousness: confession acquires ethno-differentiating significance when and only when it does not coincide with the faith of the dominant political structure. A promising direction for further research is a comparative study of the educational practices of Orthodox and Uniate schools in the eighteenth century, which for a long time retained a common didactic repertoire despite differences in jurisdiction.

References

1. Dovha, L. (2012). The System of Values in Ukrainian Culture of the Seventeenth Century: Based on the Theoretical Legacy of Innocent Giesel. Svichado.
2. Hudziak, B. (2000). Crisis and Reform: The Kyiv Metropolitanate, the Constantinople Patriarchate, and the Genesis of the Union of Brest. Institute of Church History, Lviv Theological Academy.
3. Isaievych, Ya. (1966). Brotherhoods and Their Role in the Development of Ukrainian Culture in the Sixteenth–Eighteenth Centuries. Naukova Dumka.
4. Nychyk, V. M. (1997). Petro Mohyla in the Spiritual History of Ukraine. Ukrainian Center for Spiritual Culture.
5. Plokhy, S. (2006). The Cossacks and Religion in Early Modern Ukraine. Krytyka.
6. Skoczylas, I. (2010). The Galician (Lviv) Eparchy in the Twelfth–Eighteenth Centuries: Organizational Structure and Legal Status. Ukrainian Catholic University Press.
7. Yakovenko, N. (2002). The Parallel World: Studies in the History of Ideas and Representations in Ukraine in the Sixteenth–Seventeenth Centuries. Krytyka.

Section: Physical and Mathematical Sciences

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.011.265-276

EVIDENCE OF CRYOVOLCANISM ON NEPTUNE'S MOON TRITON

Vidmachenko Anatoliy Petrovych
Doctor Phys.-Math. Sci., Professor
Department of Physics
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract. Triton, a moon of Neptune, is one of the most enigmatic objects in the Solar System. In 1989, the “Voyager 2” spacecraft detected signs of significant geological activity on this icy moon. Triton orbits its planet in a retrograde path, with an orbital plane inclined at 129.8° to the ecliptic; this indicates an origin outside the Neptune system. Current models suggest that Triton formed in the Kuiper Belt as part of a binary dwarf planet system. It experienced a close encounter with Neptune during the migration of the giant planets in the early stages of their formation. Tidal forces exerted by Neptune severed the gravitational bond between the two bodies; one component of the binary system absorbed the excess kinetic energy and was ejected into interplanetary space, while Triton remained with Neptune in a highly eccentric and steeply inclined orbit. Tidal braking by Neptune generated immense internal heat, causing the complete melting of ices and silicates within the moon's interior. This triggered gravitational differentiation, resulting in Triton’s separation into a dense metallic core, a silicate mantle, and a massive water-ice hydrosphere containing a subsurface liquid-water ocean. Volcanism serves as a fundamental process for atmospheric outgassing and heat transport, involving the movement of molten magma to the surface. On silicate bodies of the terrestrial group, this process is driven by the melting of basalts and other silicate rocks at temperatures exceeding 1000 – 1800 K. On icy satellites in the outer Solar System, where ambient temperatures drop well below the freezing point of water, classical silicate volcanism is impossible. Under such extreme conditions, a low-temperature counterpart – cryovolcanism – develops; here, the role of magma is played by water-ammonia mixtures, brines, and liquefied volatile gases (nitrogen, methane, carbon monoxide, etc.). Triton's surface is covered by a layer of frozen nitrogen (N_2) ranging from a few decimeters to several meters in thickness, which is optically transparent to solar radiation. Beneath this transparent ice lies a dark, highly absorbent substrate rich in complex organic compounds (tholins) and characterized by low albedo. Sunlight passes through the nitrogen ice and is absorbed by the dark layer, causing it to heat up and undergo intense sublimation into a gaseous state. Gaseous nitrogen accumulates beneath the sealed ice crust, creating excess pressure. When the gas pressure exceeds the tensile strength of the nitrogen ice,

the surface layer mechanically ruptures, and a high-speed jet of gas erupts into the vacuum, carrying dark substrate dust with it. Volcanic activity on Triton manifests at various depths and under different temperature regimes.

Keywords: Triton, geological activity, gravitational differentiation, nitrogen ice, active cryovolcanism, young surface age.

Introduction. Triton, Neptune's largest moon [14, 15], is one of the most anomalous and enigmatic objects in the Solar System. Our understanding of its nature was shaped by the 1989 close flyby of Neptune by the “Voyager 2” spacecraft, which detected signs of significant geological activity on this icy moon [51]. Triton is the only large moon in the Solar System that orbits its planet in a retrograde direction [46, 47]. The moon's orbital plane is inclined at an angle of 129.8° to the ecliptic, suggesting an origin outside the local system [17, 21]. Current models indicate that Triton formed in the Kuiper Belt as a dwarf planet, sharing a common origin, density, and composition with Pluto [2, 33, 34, 38]. According to the theory proposed in [1], Triton was originally part of a binary planetesimal system that underwent a close encounter with Neptune during the migration of the giant planets in the early stages of their formation.

As a result of powerful tidal forces exerted by Neptune, the gravitational bond between the two bodies was severed; one component of the binary system carried away the excess kinetic energy and was ejected into interplanetary space, while Triton remained with Neptune in a highly eccentric and steeply inclined orbit [7, 8, 40]. In the process, Triton was subjected to immense tidal braking by Neptune. Continuous cyclic deformations caused by tidal friction generated vast amounts of internal heat [9, 11, 12], completely melting the ices and silicates within the satellite's interior and triggering a process of profound gravitational differentiation. Consequently, Triton differentiated into a dense metallic core, a silicate mantle, and a substantial water-ice hydrosphere – likely containing a subsurface liquid-water ocean that persists to this day. This unique evolutionary path transformed Triton from a cold, primordial body into a dynamic "ocean world" characterized by an exceptionally young surface and active cryovolcanism.

Volcanism on Triton. In the classical sense, volcanism on any planet is a fundamental process of atmospheric outgassing [39, 41, 45] and heat transport [3], whereby molten internal material (magma) is conveyed to the surface. On terrestrial silicate bodies and certain satellites (such as Io) [16, 48 – 50], this process is driven by the melting of basalts and other silicate rocks at temperatures exceeding 1000 – 1800 K. However, on the icy satellites of the outer Solar System – where ambient temperatures drop well below the freezing point of water – classical silicate volcanism is impossible [43, 44, 52]. Under these extreme conditions, a low-temperature analogue – cryovolcanism – develops, wherein water-ammonia mixtures, brines, and liquefied volatile gases (such as nitrogen, methane, and carbon monoxide) play the role of magma.

Despite Triton’s location at a distance of approximately 30 astronomical units from the Sun and its average surface temperature of only 38 K, its landscape exhibits

a remarkable scarcity of meteorite craters [4 – 6, 29]. Visual analysis of "Voyager 2" imagery revealed a distinct asymmetry in crater distribution: nearly all the few existing impact structures are concentrated on the satellite's leading hemisphere, whereas the trailing hemisphere appears almost perfectly smooth and young. The average age of Triton's surface is estimated to range from 10 to 100 million years, with some volcanic provinces potentially being less than 10 million years old. This indicates that the satellite's surface is continuously renewed by internal endogenic processes that erase the traces of meteoritic bombardment.

A significant feature of Triton's topography is its extreme smoothness. Global digital elevation maps, constructed in [21] using stereophotogrammetry and photoclinometry, demonstrate that the amplitude of elevation variations across the surveyed 40% of Triton's surface does not exceed ±1 km. This stands in stark contrast to neighboring Pluto, where water-ice mountain ranges reaching heights of 5 – 6 km have been detected. Triton's low relief indicates the high plasticity and low viscosity of its icy crust, which undergoes intense relaxation driven by significant internal heat flow.

Calculations based on the subsidence depth of ancient topographic structures indicate that Triton's lithospheric heat flow ranges from 10 to 100 mW/m², a value comparable to that of Europa (~50 mW/m²). Since heat generation from radiogenic decay within Triton's silicate core (which accounts for approximately 65 – 70% of its mass) can sustain a steady flux of no more than 3 – 5 mW/m², additional energy sources must be considered. Current research suggests that Triton continues to experience significant tidal heating driven by tides resulting from the tilt of the satellite's rotation axis relative to its orbit around Neptune. These oscillations generate continuous dynamic friction within the icy shell, maintaining a subsurface liquid ocean and fueling surface volcanic activity [10, 20, 35–37].

Cryovolcanism. The concept of cryovolcanism (or ice volcanism) as a distinct branch of planetary volcanology emerged following the analysis of data from the Voyager missions in the late 1970s and 1980s, which revealed unusual smooth flows on Miranda, Ariel, and Europa [13, 23, 24, 27, 30]. Cryovolcanism is defined as the process by which volatile substances in a liquid or gaseous state (sometimes containing suspended solid particles) are extruded onto the surface of an icy body; these substances rapidly freeze under low ambient temperatures, creating new landforms.

From a thermodynamic perspective, cryovolcanic processes on Triton occur amidst an extreme temperature gradient between the deep interior and the surface [42]. At the depth of the subsurface ocean, temperatures may exceed 176 – 273 K (depending on salt and ammonia content), whereas the surface experiences the frigid cold of space at 38 K. These gradient drives convective heat and mass transport.

However, the physics of cryomagma ascent through the icy crust faces a fundamental obstacle known as the water density anomaly. Unlike conditions on Earth – where silicate magma is less dense than the surrounding rock and naturally rises due to buoyancy – pure liquid water is denser than water ice I ($\rho_{water} \approx 1000$ kg/m³ vs. $\rho_{ice} \approx 917$ kg/m³). Consequently, pure aqueous cryomagma is negatively buoyant within

the icy crust and tends to sink toward the base of the lithosphere rather than erupting onto the surface. To resolve this physical paradox, several geophysical models of material transport have been developed:

Reduction of fluid density due to light impurities: The presence of dissolved volatile gases (nitrogen, methane, carbon monoxide) or light organic solvents (such as methanol, CH_3OH) in the cryomagma significantly lowers the overall density of the liquid phase. Cryomagma saturated with gas bubbles – released during decompression – attains positive buoyancy and rises rapidly through tectonic fractures.

Increased density of the icy crust: The upper layers of Triton's crust may contain a significant proportion of silicate dust, metallic particles, or heavy frozen gases such as carbon dioxide (CO_2). Such "contaminated" crust has a higher average density than pure water ice, making the ascending water-ammonia cryomagma relatively lighter and facilitating its ascent to the surface.

Hydrostatic extrusion effect during crystallization: As Triton's subsurface ocean slowly freezes due to the gradual cooling of its interior, new water ice forms. Since ice occupies a larger volume than water, the freezing process within the confined space beneath the icy shell generates immense excess pressure in the remaining pockets of liquid. This pressure acts like a giant piston, fracturing the crust and forcing the mixture of liquid and gases up through linear fissures to the surface. Tectonic and tidal pumping: Continuous tidal deformations of Triton's crust, driven by Neptune's gravity, generate periodic compressive and tensile stresses. During the extensional phase, cracks in the crust open and fill with subsurface fluid; during the compressional phase, the cracks close, forcibly driving cryomagma upward – acting like a hydraulic pump.

Evidence of cryovolcanism on Triton. Morphological analysis of images transmitted by “Voyager 2” has enabled the detailed documentation of unique landforms that are direct results of cryovolcanic activity and have no analogues on terrestrial planets. The most thoroughly studied volcanic structures on Triton include the Cipango Planum plain and Leviathan Patera, the large icy lakes of the Monad region, and the cellular "cantaloupe terrain."

Cipango Planum is a vast volcanic province formed by flows of low-viscosity cryolava. Its area is estimated [21] at a minimum of 490,000 km², significantly exceeding the footprint of the Martian super volcano Olympus Mons (≈ 300,000 km²). The plain's surface is exceptionally smooth, featuring only occasional undulating scarps a few tens of meters high, which indicates high lava fluidity during the eruption.

Located in the western part of Cipango Planum is Leviathan Patera – the largest cryovolcanic caldera on Triton, with a diameter of approximately 80 km. This structure is complex and resulted from multi-phase eruptions. It is bounded by distinct, steep scarps reaching heights of up to 500 m, evidencing processes of cyclic subsidence and the collapse of the cryomagmatic chamber roof following the depletion of reservoirs.

The floor of the patera is divided into two zones of contrasting topography. The northern half consists of a flat depression reaching depths of up to 450 m below the surrounding plains; a distinct plateau (mesa) rising several hundred meters stands out in its center. The southeastern part of the patera is occupied by a large, gently sloping

volcanic dome – measuring 35 by 53 km and reaching a height of up to 400 m – formed during a late-stage extrusion of more viscous cryolava, likely enriched with methanol. A towering rocky formation, approximately 1 km high, is located in the caldera's northwestern sector; it is one of the highest local points on the satellite.

Two large plains – Ruach Planitia and Tuonela Planitia – lie to the northwest of Leviathan Patera. These are enclosed, flat-bottomed, elliptical depressions rimmed by distinct, sinuous, terrace-like scarps. They serve as classic examples of giant cryolava lakes. These lakes formed through the massive outpouring of a liquid water-ammonia mixture that filled large tectonic depressions and solidified, creating a perfectly level surface. The absence of meteorite craters in these regions points to their geological youth and suggests the possibility of periodic thermal resurfacing in the recent past.

Triton's geological activity demonstrates a strong link between lithospheric faults and volcanic vents. Two major systems of linear fractures and pit chains – Kraken Catena to the south and Set Catena to the north – radiate outward from Leviathan Patera. These chains ("catenae") consist of large, elongated pits and degassing craters – ranging from 10 to 25 km in diameter and 0.5 to 1.4 km in depth – spaced approximately 20 km apart. They are interpreted as chains of explosive cryovolcanic features formed along zones of crustal extension, where subsurface gas-rich cryomagma found a pathway to the surface.

Cantaloupe terrain as a result of diapirism. A distinctive feature of Triton's geology is the "cantaloupe terrain" in the Bubembe Regio region, which resembles the skin of a muskmelon in texture. This unique landscape consists of an ordered, honeycomb-like structure of oval depressions ("cavi") – 30 – 40 km in diameter – separated by a complex network of parallel and intersecting ridges and grooves ("sulci"), such as Slidr Sulci. Studies indicate that the cantaloupe terrain is Triton's oldest preserved geological province and formed through large-scale gravitational crustal overturning – diapirism. The satellite's crust is stratified; the upper layer, enriched with frozen gases (CO_2, CO, N_2) and silicate dust, was denser than the underlying layer of low-density, pure water ice [22]. This triggered a gravitational inversion, causing less dense water ice to rise as dome-shaped bodies ("diapirs") through an overburden approximately 20 km thick. The viscosity of the crust during this process did not exceed 10^{22} Pa·s. The diapirs rose toward the surface, deforming and displacing the overlying layer; this compressed the space between the dome-shaped bodies and resulted in the formation of raised ridges ranging from 300 to 800 m in height.

Possible mechanisms of cryovolcanism. Three alternative physical models have been proposed to explain the active geyser-like eruptions on Triton, each describing a distinct process of energy accumulation and eruption generation.

The solid-state greenhouse model was developed in [26] back in 1990. For a long time, this model was considered the leading explanation due to the coincidence of geyser locations with subsolar latitudes during the "Voyager 2" flyby (southern summer, 45°S – 57°S). This mechanism involves solar heating of a thin near-surface layer. Triton's surface is covered by a layer of frozen nitrogen (N_2) ranging from a few

decimeters to several meters in thickness, which is optically transparent to solar radiation. Beneath this transparent ice lies a dark, highly absorbent substrate rich in complex organic compounds (tholins) with low albedo. Weak sunlight passes through the nitrogen ice and is absorbed by the dark layer, causing it to heat up. A "solar trap" effect is created.

The heated substrate transfers heat to the base of the nitrogen ice, causing intense sublimation and a transition to the gaseous state. Gaseous nitrogen accumulates beneath the sealed ice crust, creating excess pressure. When the gas pressure exceeds the tensile strength of the nitrogen ice, a mechanical rupture of the cover occurs, and a high-speed gas jet bursts into the vacuum, carrying dark substrate dust with it.

To trigger this process, a temperature rises of just 4 K beneath the ice – relative to the surface temperature (38 K) – is sufficient. However, calculations showed that with solar heating alone, the eruption height would not exceed a few tens of meters, implying the need for additional geothermal heating to reach the observed 8 km.

Endogenic Geothermal Model. This theory views the geysers as a manifestation of Triton's internal heat, entirely independent of solar radiation. The energy source is an upward heat flux from the silicate core, which drives slow solid-state convection within the satellite's nitrogen mantle. Thermal plumes rise toward the surface through fractures; as they approach the vacuum interface, nitrogen and other volatile gases dissolved in the ice undergo rapid decompression and expand explosively, creating powerful, stable jets. This model better explains the massive output of the geysers, which is difficult to sustain given the weak insolation at Neptune's orbit.

The Ocean Pressurization Model was proposed in [11, 12]. This model integrates cryovolcanism into Triton's long-term thermal and orbital evolution. It was demonstrated that following the satellite's capture, tidal forces maintained its crust in an extremely thin state (only 1–10 km) for 1–4 billion years, facilitating the frequent formation of full-thickness fractures and water upwelling. As tidal dissipation waned, a phase of intense freezing of the subsurface ocean began. Since freezing is accompanied by an increase in water volume, immense hydrostatic pressure built up within the remaining liquid phase. This excess pressure periodically ruptures the satellite's thickening crust, triggering massive cryovolcanic eruptions and the outpouring of large volumes of cryolava. This mechanism explains the global resurfacing of Triton in geologically recent times.

Cryolava composition. The chemical composition of Triton's cryolava is a complex cocktail of water, antifreeze agents, salts, and dissolved gases, which determine the unique physical properties of the erupted material. Unlike conditions on Earth, where magma consists of silicate melts, Triton's cryolava are classified based on their dominant volatile components.

Water-ammonia melts. Ammonia (NH_3) is the most important antifreeze agent within Triton's interior. As a strong proton acceptor, ammonia weakens hydrogen bonds between water molecules, leading to a sharp drop in the solution's freezing point. A water-ammonia mixture with an NH3 mass fraction of 32% (32.6 wt%) freezes at 176 K, compared to 273 K for pure water. The viscosity of such a mixture near the

freezing point is approximately 4 Pa·s, making it highly fluid (similar to motor oil). Eruptions of such solutions lead to the formation of extensive, flat lava fields similar to Cipango Planum.

Water-ammonia-methanol systems. The presence of methanol (CH_3OH) – a common component of cometary material and Kuiper Belt objects – further lowers the freezing point of the cryomagma. A ternary system containing 47% H_2O, 23% NH_3, and 30% CH_3OH remains liquid at temperatures as low as 153 K. However, the addition of methanol radically alters the solution's rheology: the mixture's viscosity rises sharply to 4,000 Pa·s. In terms of physical properties, such cryomagma becomes analogous to terrestrial silicic (acidic) silicate lavas (dacites and rhyolites). It erupts as slow, viscous flows, forming thick lobate deposits, steep-sided domes, and volcanic cones.

Saline brines. Salts are leached out during the prolonged thermal interaction between the subsurface ocean and the hot silicate core. Triton's cryolava may contain significant concentrations of magnesium sulfate ($MgSO_4$) and sodium sulfate (Na_2SO_4). Such brines have a melting point of approximately 268 K and a high density (1.19 g/cm³). Upon reaching the surface, the water rapidly evaporates into the vacuum (or freezes), leaving behind bright white salt deposits – halos – that mark volcanic vents and degassing fissures.

Low-temperature nitrogen-methane melts. Exotic surface cryolava may exist in the regions of Triton's polar caps, where liquefied nitrogen mixed with methane acts as the solvent. The eutectic mixture of 86.5% N_2 and 13.5% CH_4 has an extremely low melting point – just 62 K. This mixture is characterized by ultra-low viscosity (0.0003 Pa·s), making it more fluid than ordinary water. Eruptions of such mixtures take the form of instantaneous explosive outbursts or ultra-fast effusive flows that rapidly evaporate, leaving behind transient landforms.

Conclusions. Cryovolcanism on Triton represents a unique and highly complex interplay of endogenous and exogenous processes, unparalleled in its diversity within the Solar System. It follows from the above that Triton evolved from a classical relict Kuiper Belt dwarf planet into a dynamically active satellite of a giant planet [28, 31]. Catastrophic gravitational capture by Neptune and prolonged tidal heating completely melted and differentiated its interior, creating a massive hot core, a silicate mantle, and a liquid subsurface ocean – the latter persisting to the present day thanks to ongoing periodic tidal forces.

Triton's volcanic activity manifests at various depths and under diverse temperature regimes. Due to the satellite's small size, its subsurface ocean is in direct contact with the hot silicate core. This triggers a large-scale geochemical serpentinization reaction, accompanied by the intense release of free hydrogen, the abiogenic synthesis of methane, and the formation of hot alkaline springs. The presence of a stable magnetic dynamo [32] in the core confirms the high level of endogenic activity within Triton's interior.

Since our detailed knowledge of Triton is based on a single flyby by the "Voyager 2" spacecraft in 1989 – which imaged only 40% of the surface – there is a critical need

for new exploration missions. Proposed spacecraft projects such as “Trident” (NASA Discovery-class) [18], “Nautilus”, and the large orbital probe “Neptune Odyssey” [19] – equipped with advanced infrared spectrometers and highly sensitive magnetometers – will make it possible to definitively confirm the existence of a liquid ocean, map the unexplored 60% of the surface, and probe the deep interior of this remarkable icy world.

References

1. Agnor C.B., Hamilton D.P. (2006) Neptune's capture of its moon Triton in a binary-planet gravitational encounter. Nature. 441(7090), p. 192–194. https://doi.org/10.1038/nature04792
2. Bertrand T., Forget F., Lellouch E., Pilorz S. (2024) How obliquity has differently shaped Pluto's and Triton's landscapes and climates. Proceedings of the National Academy of Sciences, 121(15), e2408226121. https://doi.org/10.1073/pnas.2408226121
3. Bertrand T., Lellouch E., Holler B.J., et al. (2022) Volatile transport modeling on Triton. Icarus. 373, 114764. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114764
4. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2015) Observations of fragment of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev. Astronomical School’s Report. 11(2), p. 99-102.
5. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. (2016) Several twilight bolides over Kiev in 2013-2015 - fragments of comets nuclei. International conference Meteoroids 2016, at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk, the Netherlands from 6-10 June 2016. Poster 63.
6. Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A. (2014) Traces on sky: the classification and the results of regular observations of twilight fireballs. Astronomical School’s Report. 10 (1), p. 37-42.
7. Croft S.K., Kargel J.S., Kirk R.L., et al. (1995) The geology of Triton. In D. P. Cruikshank (Ed.), Neptune and Triton (pp. 561–648). University of Arizona Press.
8. Ćuk M., Gladman B.J. (2005) Constraints on the history of the Neptunian satellite system. The Astrophysical Journal. 626(2), p. L113–L116. https://doi.org/10.1086/431743
9. Elliot J.L., Hammel H.B., Wasserman L.H., et al. (1998) Global warming on Triton. Nature. 393(6687), p. 765–767. https://doi.org/10.1038/31651
10. Gaeman J., Hier-Majumder S., Roberts J.H. (2012) Sustainability of a subsurface ocean within Triton's interior. Icarus. 220(2), p. 339–347. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.05.006
11. Hammond N.P., Collins G.C. (2024) Prolonged tidal heating and orbital evolution of Triton. Astrobiology. 24(3), p. 289–301. https://doi.org/10.1089/ast.2023.0045
12. Hammond N.P., Collins G.C. (2024) Triton's Captured Youth: Tidal Heating Kept Triton Warm and Active for Billions of Years. The Planetary Science Journal. 5(9), 200. https://doi.org/10.3847/PSJ/ad6744
13. Klyanchin A.I., Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., et al. (2011) The asymmetry of the reflective properties of hemispheres of the Jovian satellite Europa.

13 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May 12–14, 2011. The program and abstracts. Chernigiv, Ukraine. P. 29-30.
14. Krushevska V.M., Benedichuk T.B., Vid'machenco A.P. (2003) Variations of brightness temperatures of Uranus and Neptune. Astronomical School's Report. 4(2), p. 77-82.
15. Kuznyetsova Yu., Vidmachenko A., Matsiaka O., et al. (2015) Researches of Long-Term Variations in Uranus and Neptune Spectra. Odessa Astronomical Publications. 28(2), p. 285-288.
16. Kuznyetsova Y., Vidmachenko A., Krushevska V., et al. (2016) Spectral peculiarities of major Jovian satellites. International Conference "Astronomy and Space Physics in Kyiv University". May 24-27, 2016. Book of abstracts. Kyiv, Ukraine. P. 63.
17. McKinnon W.B., Mueller S. (1988) Pluto's structure and composition suggest origin in the solar nebula, not a satellite of Neptune. Nature. 335(6187), p. 240-243. https://doi.org/10.1038/335240a0
18. Prockter L.M., Mitchell K.L., Frazier W.E., et al. (2019) Trident: A Discovery-class mission to Neptune's moon Triton. 50th Lunar and Planetary Science Conference, LPI Contrib. No. 2132, 3188.
19. Rymer A.M., Arridge C.S., Clyde B., et al. (2021) Neptune Odyssey: A Flagship mission to the Neptune-Triton system. Planetary Mission Concept Study Report for the 2023-2032 Planetary Science and Astrobiology Decadal Survey. NASA.
20. Saur J., Duling S., Schilling N., Steinbrügge G. (2024) Sounding Triton's interior ocean with electromagnetic induction at the orbital period of Torb = 141 hours. Philosophical Transactions of the Royal Society A. 382(2268), 20240087. https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0087
21. Schenk P.M., Beddingfield C.B., Bertrand T., et al. (2021) Triton: Topography and Geology of a Probable Ocean World with Comparison to Pluto and Charon. Remote Sens. 13, 3476. https://doi.org/10.3390/rs13173476
22. Schenk P.M., Jackson M.P. (1993) Diapirism on Triton: A case for Rayleigh-Taylor instability in a layered crust. Geophysical Research Letters. 20(24), p. 2427–2430. https://doi.org/10.1029/93GL02934
23. Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P. (2015) Spectrophotometry and surface geology of the Galilean satellites of Jupiter Europe. In: Book "Near-Earth Astronomy 2015." Abstracts of IX International conference Near-Earth Astronomy, Terskol, August 31 - September 5, 2015. Nalchik: Publishing KBSC RAS, 128 p., p. 25-26.
24. Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P. (2015) Spectrophotometry and surface geology of the Galilean Jupiter's satellite Europe. «Near - Earth Astronomy – 2015». Proceedings of the International conference. 31 August – 5 September 2015 г. Terskol – M.: Yanus-K, 2015, – 324 p. P. 146-149.
25. Schenk P., Beddingfield C., Bertrand T., et al. (2021) Triton: Topography and Geology of a Probable Ocean World with Comparison to Pluto and Charon. Remote Sensing. 13(17), 3476. https://doi.org/10.3390/rs13173476

26. Soderblom L.A., Kieffer S.W., Becker T.L., et al. (1990) Triton's geyser-like plumes: Discovery and basic characterization. Science. 250(4979), p. 410-415. https://doi.org/10.1126/science.250.4979.410
27. Steklov A.F., Vidmachenko A.P. (2018) Possibility of accommodation in a satellite Europe. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23–24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine, p. 61-63.
28. Vid'Machenko A.P. (1991) Giant planets -Theoretical and observational aspects. Astronomicheskii Vestnik. 25 (May-June 1991), p. 277-292.
29. Vid'Machenko A.P. (1995) Settling of dust in Jupiter's atmosphere after the impact of fragments of comet Shoemaker-Levy 9. Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. 11 (4), p. 21-24.
30. Vid'Machenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchin A. (2011) Features of morphology and geology of surface of Jupiter satellite Europe. Features of morphology and geology of surface of Jupiter satellite Europe. Astronomical School's Report. 7(1), p. 117-132.
31. Vidmachenko A.P. (2008) Atmospheres of giant planets. 4(2), p. 92-103.
32. Vidmachenko A.P. (2012) Magnetic field of planets, satellites and asteroids. Astronomical School's Report. 8(1), p. 136-148.
33. Vidmachenko A.P. (2016) Features of surface topography and the geological activity of Pluto. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26-27, 2016. P. 12-14.
34. Vidmachenko A.P. (2016) The floating ices on the surface of Pluto. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation Universty, Kyiv, Ukraine, May 26-27, 2016. P. 10-12.
35. Vidmachenko A.P. (2018) Comparative features of volcanoes on Solar system bodies. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23–24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine, p. 9-12.
36. Vidmachenko A.P. (2018) Features of volcanic activity on various bodies of the Solar system. Materials of the International Scientific and Practical Conference "The Objectives of the Sustainable Development of the Third Millennium: Challenges for Universities of Life Sciences", vol. 5, May 23-25, 2018, Kyiv, p.41-42.
37. Vidmachenko A.P. (2018) Features of volcanoes on different Solar system bodies. Astronomical School's Report. 14(1), p. 1-14.
38. Vidmachenko A.P. (2022) Features of seasonal changes on Pluto. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. Science, innovations and education: problems and prospects. (March 9-11, 2022). Chapter 17. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. P. 108-116.
39. Vidmachenko A.P. (2025) The history of the discovery and study of Pluto's atmosphere. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference «Innovative scientific research», January 02-03, 2025, Toronto. Canada. 32 p. P. 4-8. ISBN 978-92-44514-35-1. DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.14610032

40. Vidmachenko A. P. (2026) Main astronomical, orbital and physical characteristics of Neptune's moon Triton. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference «Modern Perspectives on Global Scientific Solutions» (August 24-26, 2026, Bergen, Norway). European Open Science Space. P. 245-255. https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2026/08/DOI_011_Vidmachenko.pdf .
41. Vidmachenko A. P. (2026) The atmosphere of Neptune's moon Triton and its seasonal changes. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference "Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact" (August 31 – September 2, 2026, Antwerp, Belgium). European Open Science Space. P. 299-310. https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2026/09/DOI_022_Vidmachenko.pdf
42. Vidmachenko A. P. (2026) Geophysical, gravitational, and magnetic data on Neptune's moon Triton. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference "Global Directions in Scientific Research and Technological Development" (September 7-9, 2026, Valencia, Spain). European Open Science Space. P. 238-248. https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2026/09/DOI_010_Vidmachenko.pdf
43. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchin A., et al. (2011) Asymmetry of reflective properties of the hemispheres of Jupiter satellite Europa. Astronomical School's Report. 7(1), p. 133-144.
44. Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V., Klyanchyn A.I. (2011) The morphology and geology of the surface features of Jupiter's satellite Europa. 13 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May 12–14, 2011. The program and abstracts. Chernigiv, Ukraine. - P. 15-16.
45. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2012) The study of the satellites surfaces and the rings of the giant planets, Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine Press, Kyiv, Ltd. Dia. - 255 p.
46. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2017) Physical characteristics of the surface of satellites and rings of giant planets. Kyiv: Editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine. -412 p.
47. Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V. (2019) Physical parameters of terrestrial planets and their satellites. Kyiv, Editorial and Publishing Department of NULES of Ukraine. -468 p.
48. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) Activity of volcanic processes on Jupiter's Moon Io. Proceedings of IX International Scientific and Practical Conference. International scientific innovations in human life. (March 16-18, 2022). Chapter 12. Cognum Publishing House, Manchester, United Kingdom. P. 80-89.
49. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) Active volcanism shows changes on the surface of Jupiter's Moon Io. Innovations and prospects of world science. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. (March 29-31, 2022). Chapter 17. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. P. 104-113.

50. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) Sulfur on Jupiter's Moons of Io and Europa. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Science, innovations and education: problems and prospects. (April 6-8, 2022). Chapter 33. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. P. 208-218.
51. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2022) Volcanoes on Triton among the kingdom of ice. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Modern directions of scientific research development. Chapter 19. BoScience Publisher. Chicago, USA. P. 141-150.
52. Vidmachenko A.P., Steklov A.F. (2023) Physical characteristics of natural satellites of planets. Kyiv: NULES of Ukraine. – 198 p. ISBN 978-617-8351-05-2.

FORMALIZATION OF THE ARGUMENT VERIFICATION PROCESS IN MILITARY ANALYTICS BASED ON MATHEMATICAL LOGIC

Nahornyi Maksym Serhiiovych
Tereshchuk Oksana Volodymyrivna
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
Sokulska Nataliia Bohdanivna
PhD in Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor
Department of Fundamental Sciences
Hetman Petro Sahaidachnyi
National Army Academy, Ukraine

Abstract. The article examines the possibilities of applying mathematical logic to formalize the process of argument verification in military analytics. Critical thinking is considered as a tool for the systematic verification of initial statements, logical transitions, and the validity of analytical conclusions. A formal argumentation model is proposed based on a set of premises, deductive inference rules, and verification of the logical consistency of statements. The application of Modus Ponens, Modus Tollens, and hypothetical syllogism is considered, together with the typical fallacies of affirming the consequent and denying the antecedent. An indicator of the formal validity of a reasoning chain is proposed, and a hypothetical example of its application is presented. It is shown that the formalization of argumentation increases the transparency of analytical reasoning and makes it possible to identify logically unjustified conclusions.

Keywords: critical thinking; mathematical logic; military analytics; argumentation; deduction; logical inference; logical fallacies; formalization.

Introduction. Military analytics involves processing substantial volumes of heterogeneous information, formulating hypotheses, and substantiating conclusions that may be used in decision-making. Under conditions of time pressure and information uncertainty, critical thinking becomes particularly important because it

enables analysts to distinguish facts from assumptions, verify arguments, and assess the validity of conclusions [1].

Mathematical logic is one of the most appropriate tools for formalizing this process. Its apparatus makes it possible to represent statements symbolically, establish logical relationships between them, and determine whether a particular conclusion follows from a given set of premises [2]. This is especially important when an analytical conclusion appears convincing but contains an invalid logical transition.

Argumentation theory additionally emphasizes the need to analyze not only the final conclusion but also the structure of reasoning, the premises used, and the assumptions involved [3]. Formal verification makes it possible to determine the exact stage of an analytical chain at which a logical error occurs.

The methodology of deductive sciences is based on the requirement that statements be justified according to defined rules of inference [4]. Applying the same principle to military analytics allows analytical reasoning to be treated as a sequence of formally verifiable steps.

The need for structured information analysis is also consistent with approaches to intelligence support in military operations, where analytical products are intended to support commanders in decision-making [5]. Therefore, formal verification of argumentation can be regarded as one of the tools for improving the quality of military analytical activities.

Purpose and Objectives of the Study. The purpose of the study is to formalize the process of argument verification in military analytics using mathematical logic. To achieve this purpose, the following objectives are defined:

- to represent an analytical argument in formalized form;
- to examine the main rules of deductive inference;
- to determine formal indicators of typical logical fallacies;
- to propose a method for verifying the consistency of analytical reasoning;
- to demonstrate the application of the proposed approach using a hypothetical example.

1. Research Results and Discussion. Formal Model of an Analytical Argument. Analytical reasoning can be represented as a set of initial statements and a conclusion. Let

$$\Gamma = \{P_1, P_2, \ldots, P_n\} \quad (1)$$

where Γ is the set of premises and P_i is an individual statement.

Let the final analytical conclusion be denoted by C. The formal validity of the argument requires that C logically follow from the set Γ:

$$\Gamma \text{ ‘ } C. \quad (2)$$

For a finite set of premises, condition (2) can be represented as

$$\text{‘ } (P_1 \wedge P_2 \wedge \ldots \wedge P_n) \rightarrow C. \quad (3)$$

Formula (3) means that it is impossible for all initial premises to be true while conclusion C is false. Thus, argument verification involves not only substantive analysis of statements but also verification of the formal validity of the transitions between them.

It is important to distinguish between the truth of premises and the validity of logical inference. A formally valid argument may lead to an incorrect practical result if the initial information is unreliable. Conversely, even true premises do not guarantee a valid conclusion when the rules of logic are violated.

2. Basic Deductive Rules for Argument Verification. One of the fundamental forms of deductive reasoning is Modus Ponens:

$$(P \to Q) \wedge P \Rightarrow Q. \quad (4)$$

If it is established that P implies Q, and P is confirmed, then conclusion Q is formally justified.

Another important rule is Modus Tollens:

$$(P \to Q) \wedge \neg Q \Rightarrow \neg P. \quad (5)$$

This rule makes it possible to reject the initial hypothesis P if its necessary consequence Q is not confirmed.

For constructing more complex reasoning chains, the hypothetical syllogism can be applied:

$$(P \to Q) \wedge (Q \to R) \Rightarrow (P \to R). \quad (6)$$

Formula (6) makes it possible to combine several consecutive logical dependencies into a single chain. In military analytics, such a structure can be used to verify multistep hypotheses in which an observed indicator is associated with intermediate states and a final analytical conclusion.

3. Detection of Typical Logical Fallacies. Formal verification of argumentation is particularly important for identifying patterns that resemble valid deductive reasoning but do not guarantee the truth of the conclusion.

One such error is the affirmation of the consequent:

$$(P \to Q) \wedge Q \not\Rightarrow P. \quad (7)$$

The presence of consequence Q does not allow one to conclude unambiguously that cause P is present, because the same consequence may have other causes.

Another typical error is denying the antecedent:

$$(P \to Q) \wedge \neg P \not\Rightarrow \neg Q. \quad (8)$$

The absence of a specific cause P does not automatically imply the absence of result Q if other possible causes exist.

In military analytics, such errors may occur when a particular indicator is mistakenly treated as unambiguous confirmation of only one hypothesis. Formalization makes it possible to identify cases in which a conclusion does not logically follow from the available information.

An additional requirement for valid argumentation is the internal consistency of the set of premises. If both proposition P and its negation can be derived from Γ, then

$$\Gamma \vdash P, \Gamma \vdash \neg P. \quad (9)$$

Such a system of premises is contradictory and requires the initial information to be reviewed.

4. Formalization of the Logical Proof Sequence. An analytical conclusion is often formed not in a single step but through a sequence of intermediate reasoning stages. Let a logical proof be represented as

$$D = \{Q_1, Q_2, \ldots, Q_r\}, \tag{10}$$

where Q_k is an individual step of analytical reasoning.

For each transition, introduce an indicator stages. Let a logical proof be represented as

$$v_k = \begin{cases} 1, & \text{if the transition is performed according to a valid inference rule,} \\ 0, & \text{if the logical transition is not justified.} \end{cases} \tag{11}$$

The coefficient of formal validity of the reasoning chain can then be defined as

$$K_D = \frac{1}{r}\sum_{k=1}^{r} v_k . \tag{12}$$

Therefore,

$$0 \le K_D \le 1. \tag{13}$$

If $K_D = 1$, all verified logical transitions comply with the specified inference rules. A value of $K_D < 1$ indicates the presence of at least one unjustified step.

The set of problematic steps can be defined as

$$E = \{k \mid v_k = 0\}. \tag{14}$$

Thus, the proposed approach makes it possible not only to identify the presence of a logical error but also to localize it within the structure of analytical reasoning.

5. Hypothetical Example of Argument Verification. Consider a simplified analytical chain. Let P – a specific activity indicator has been detected; Q – the operating mode of the system is changing; R – the readiness level is increasing. Suppose that the analytical model assumes

$$P \to Q,\ Q \to R \tag{15}$$

If proposition P is confirmed, then according to Modus Ponens, Q is obtained, followed by R:

$$P, \quad P \to Q, \quad Q \to R \Rightarrow R. \tag{16}$$

This reasoning chain is formally valid. Now consider another situation. Suppose the analyst has only the relationship

$$P \to R \tag{17}$$

and confirmation of proposition R, after which conclusion P is drawn:

$$(P \to R) \wedge R \Rightarrow P. \tag{18}$$

Scheme (18) is logically invalid because it corresponds to the fallacy of affirming the consequent. The presence of R does not exclude the possibility that this state was caused by other factors.

Suppose that the analyzed chain contains four significant logical transitions, three of which are valid:

$$(v_1, v_2, v_3, v_4) = (1,1,0,1). \tag{19}$$

According to formula (12),

$$K_D = \frac{1+1+0+1}{4} = 0.75. \quad (20)$$

At the same time,

$$E = \{3\}, \quad (21)$$

which means that formal verification localizes the problem at the third logical transition.

The indicator K_D does not characterize the reliability of the initial information and does not determine the validity of the final decision as a whole. It reflects only the formal validity of the verified logical transitions. Therefore, it should be applied together with substantive analysis of sources, data relevance, and alternative hypotheses.

6. Conclusions. The conducted study demonstrated that mathematical logic makes it possible to formalize the process of argument verification in military analytics. Representing an analytical conclusion as a logical consequence of a set of premises provides a basis for systematically verifying individual stages of reasoning.

The use of Modus Ponens, Modus Tollens, and hypothetical syllogism provides a formal basis for deductive analysis. At the same time, the patterns of affirming the consequent and denying the antecedent make it possible to identify common errors in which a conclusion does not follow from the available premises.

The proposed coefficient K_D makes it possible to quantitatively characterize the proportion of valid logical transitions and identify a problematic stage using the set E. However, the mathematical model does not replace substantive analysis or professional judgment; rather, it serves as a tool for formal verification of argumentation.

The practical significance of the proposed approach lies in its potential use for structured verification of analytical conclusions before they are applied in decision-making. A promising direction for further research is the extension of the model to probabilistic and incomplete argumentation, where the truth of premises cannot be established unambiguously.

References

1. Terno S. O. Critical Thinking – A Modern Dimension of Social Science Education. Zaporizhzhia : Prosvita, 2009. 268 p.
2. Copi I. M., Cohen C., McMahon K. Introduction to Logic. 14th ed. Harlow : Pearson Education Limited, 2013. 644 p.
3. Walton D. Fundamentals of Critical Argumentation. Cambridge : Cambridge University Press, 2006.
4. Tarski A. Introduction to Logic and to the Methodology of the Deductive Sciences. 4th ed. New York : Oxford University Press, 1994.
5. NATO Standardization Office. AJP-2. Allied Joint Doctrine for Intelligence, Counter-Intelligence and Security. Edition A, Version 2. Brussels : NATO Standardization Office, 2016.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE DISEQUILIBRIUM EFFECT ON THE OIL YIELD OF MULTILAYER FORMATIONS

Jalilova Rahima Qurban
Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Associate professor
Azerbaijan Pedagogical University, Azerbaijan,Baku

Economic efficiency of influence of some parameters on the oil recovery in management of oil industry. A computational algorithm based on a synthesis of group theoretical methods and numerical analysis. For example, a study analyzing the problem of unbalance effects on the oil output in layered formations organized computing experiment to make reliable conclusions about the impact of relaxation and hydrodynamic parameters on oil recovery.

Keywords: economic efficiency, management of the oil industry, unbalance effects, oil output, relaxation parameters, computing experiment.

1.Introduction. In the development of oil and gas fields as well as in numerous studies the problems of underground productive formations, there necessity reliability of the analysis, come into force the laws of Newtonian filtration, emerging non-equilibrium effects caused, in particular, in the design of the development of productive oil and gas fields with different technologies or the intensification of actions secondary or tertiary methods iterations speed change pressure gradient and relaxation. Changes in properties of fluids associated technological factors are also characterized by the structural and mechanical properties, as in the capillaries, and the porous medium.

2. Formulation of the problem. The article investigates the influence of the relaxation time on the oil output curve in schistose strata consisting of structures of the same porosity, but with a substantially different permeability-overlying, high-power low-permeability layer (H) and an underlying layer of high permeability low power (h)

The mathematical model can be represented as:

$$\frac{\partial P}{\partial t}+\lambda_1\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}=\frac{\partial}{\partial x}\left[a_i(P)\left(\frac{\partial P}{\partial x}+\lambda_2\frac{\partial^2 P}{\partial x\partial t}\right)\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[a_i(P)\left(\frac{\partial P}{\partial y}+\lambda_2\frac{\partial^2 P}{\partial y\partial t}\right)\right],\ D:\begin{Bmatrix}0\le x\le M\\ -h\le y\le N\end{Bmatrix}$$

$$i=\overline{1,2}$$

$$a_i(P)=\frac{k_i(P)\tilde{h}_i}{\mu_i(P)},\ \tilde{h}_i=\begin{cases}h, i=1\\ H, i=2\end{cases}$$

$$\int_{-h}^{0}\partial_1(P)\frac{\partial P}{\partial x}\Big|_{x=o}dy=Q \qquad P\Big|_{y=+0}=P\Big|_{y=-0} \qquad \frac{\partial P}{\partial x}\Big|_{x=0}=0,\ y>0$$

$$a_2(P)\frac{\partial P}{\partial y}\Big|_{y=+o} = a_2(P)\frac{\partial P}{\partial y}\Big|_{y=-0} \qquad \frac{\partial P}{\partial y}\Big|_{x=o} = 0 \qquad P(x,y,o) = P_0; \frac{\partial P}{\partial t}\Big|_{t=o} = 0$$

where k , μ_i – permeability and viscosity of i phases $(i = \overline{1,2})$

3.Method of decision. The approach consists of the synthesis of group-theoretical and numerical analysis, allowing in the framework of group-theoretic methods based on the apparatus of the theory of Lie groups, to create a course difference analog of the original problem and arrange a computational experiment. Research has shown (pp. 140-142), the synthesis of the group analysis of differential equations with computational experiments enables targeted control the results of the calculations and make reliable conclusions regarding the effect of relaxation and hydrodynamic parameters on the process under study, in particular, the oil recovery. For the above tasks by using the theory of Lie allocated classes of relaxation functions $\lambda_i(t)$ $(i = 1,2)$ and found their analytical representation(pp.140-142), and theoretically studied the effect of hydrodynamic parameters of the effective hydraulic conductivity coefficient on the depletion of reservoirs [2, claims 13-15]. Computer experiment was organized as part of the analytical results obtained. For this purpose, the original problem (2.1) with the true (based on the integral-interpolitsional method) approximation has been brought to its finite-difference analogue:

where

$$A_j P_{j-1}^{n+1} - C_j P_j^{n+1} + B_j P_{j+1}^{n+1} = F_j$$

$$\overline{A_m}\,\overline{P}^{\,n+1}{}_{m-1} - \overline{C}_m \overline{P}_m^{n+1} + \overline{B}_m \overline{P}_{m+1}^{n+1} = \overline{F}_m$$

$$A_j = P_j^{m1}\tau^2\left(1+\tau^{n_2-1}\right) + S_i\tau^{n_1}$$

$$C_j = \tau l_1^2 + P_j^{m_1}\tau^2\left(2 + m_1 P_{j+1}/P_j - m_1 + 2\tau^{\tau_2-1}\right) + 2s_1\tau^{S_1}$$

$$B_j = P_j^{m_1}\tau^2\left(1 + m_1 P_{j+1}/P_j - m_1 + \tau^{S_2-1}\right) + \tau^{S_1}\left(S_1 + l_1^2\right)$$

$$\overline{A_m} = s_1\tau^{S_2} + \overline{P}_m^{m_2}\tau^2\left(1+\tau^{S_2-1}\right)$$

$$\overline{C_m} = \tau l_2^2 + \overline{P}_m^{m_2}\tau^2\left(2 + m_2\overline{P}_{m+1}/\overline{P}_m - m_2 + 2\tau^{S_2-1}\right) + 2s_1\tau^{S_1} + P_m^{m_2}\tau^2 l_1/H$$

$$\overline{B}_m = \overline{P}_m^{m_2}\tau^2\left(1 + m_2\overline{P}_{m+1}/\overline{P}_m - m_2 + \tau^{S_2-1}\right) + \tau^{S_1}\left(s_1 + l_2^2\right) + P_m^{m_2}\tau^2 l_1/H$$

$$F_j = P_1 l_1^2\tau\left(1+2\tau^{S_1-1}\right) + \left(P_{j+1} - 2P_j + P_{j-1}\right)\left(P_j^{m_1}\tau^{S_2+1} - s_1\tau^{S_1}\right) - l_2^2\tau^{S_1}P_j^{n-1}$$

$$\overline{F}_m = \overline{P}_m l_1^2\tau\left(1+2\tau^{S_1-1}\right) + \left(\overline{P}_{m+1} - 2\overline{P}_m + \overline{P}_{m-1}\right)\left(\overline{P}_m^{m_1}\tau^{S_2+1} - s_1\tau^{s_1}\right) - l_2^2\tau^{S_1}P_m^{n-1}$$

$$\overline{P} = \int_{-h}^{0}\frac{1}{h}Pdy;\ P_j = P_j^n;\ \overline{P}_m = \overline{P}_m^n;\ \frac{P^1 - P_0}{\tau} = 0;\ \overline{P}_m^1 = \overline{P}_m^0 = P_0;\ P_j^1 = P_j^0 = P_0$$

$$\frac{P_N^n - P_{N-1}^n}{l_1} = 0; \frac{P_M - P_{M-1}}{l_2} = 0; P_0^{m_1}\ \frac{\overline{P}_1^n - \overline{P}_0^n}{l_2} = Q$$

where τ -time step, n-Room sacrificial layer, l, l_2 - a step in the space variables, $s_1 us_2, m_1 um_2$ - performance analytical concepts for the variable relaxation and effective hydraulic conductivity, respectively [1,2]

4. Conclusions. In the computational experiments by varying certain parameters have been solved a large number of options. The calculations showed that the

difference between elastic and relaxation is observed at the beginning of the process of restoration of pressure in layered strata with the above characteristics. The process of restoring the pressure in the elastic mode is much faster than the relaxation process, and the more the relaxation parameter, the slower the process. Thus, the results show the need to consider the relaxation factor and, in general, non-equilibrium effects in the design of the development of productive oil and gas fields with different technologies or the intensification of the impact of secondary or tertiary methods.

The developed method of synthesis of the ideas and the approach of the group analysis of differential equations and numerical analysis to the subsequent organization of the computational experiment identifies promising opportunities and provides the most reliable explore the numerous nonlinear phenomena, and including the effect of non-equilibrium system performance and oil output seams.

Literature

1. Jalilova R.Q., Shirinov K.F. An application of group-theoretic analysis of the theory of filtration. The news of ANAS, 2004, №3, s.140-142
2. Jalilova R.Q., Shirinov K.F., Gasumov S.Yu. Investigation of influence of some hydrodynamic parameters on oil output. Transactions conf. "Modern problems of information, cybernetics and information technology", 2004, vol.3, p.13 -15

Section: Psychology

КОМУНІКАТИВНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ПЕДАГОГА

Крючкова Юлія
ст.викладач
Федорченко Анастасія
здобувачка вищої освіти бакалаврського рівня
Кафедра психології
Бердянський державний педагогічний університет

Сучасні зміни в системі освіти зумовлюють необхідність перегляду підходів до професійної підготовки майбутніх педагогів. Одним із пріоритетних напрямів сучасної педагогічної науки є пошук ефективних механізмів включення комунікативної складової у зміст професійної підготовки студентів педагогічних спеціальностей. Орієнтація сучасних освітніх стандартів на потреби суспільства та особистісний розвиток здобувача освіти актуалізує проблему розвитку комунікативних та організаторських здібностей майбутнього фахівця [1; 2].

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати значення комунікативної компетентності у структурі професійної компетентності педагога, розкрити її зміст і психологічні компоненти та визначити основні комунікативні якості й механізми міжособистісної взаємодії, необхідні для ефективної педагогічної діяльності.

Професійна діяльність педагога за своєю сутністю є діяльністю взаємодії. Її ефективність значною мірою визначається здатністю фахівця встановлювати та підтримувати контакти з учнями, батьками, колегами та іншими учасниками освітнього процесу. Для сучасного педагога недостатньо лише володіти системою предметних і методичних знань. Необхідними є вміння говорити й слухати, переконувати, аргументовано доводити власну позицію, працювати з інформацією, добирати адекватний стиль спілкування залежно від ситуації, регулювати власні емоції та поведінку. Саме тому комунікативна компетентність розглядається як один із визначальних чинників успішності професійної діяльності педагога [1; 3].

Важливо розмежовувати поняття кваліфікованості та компетентності фахівця. Кваліфікований педагог може володіти необхідним обсягом професійних знань, умінь і навичок, однак компетентність передбачає здатність практично реалізовувати їх у конкретних професійних ситуаціях. Вона характеризується не простим накопиченням окремих компонентів, а їх поєднанням у цілісну систему. Водночас важливою складовою компетентності є

внутрішня мотивація до якісного виконання професійної діяльності та ставлення до власної професії як до значущої цінності [2; 3].

Проблема комунікативної компетентності майбутніх педагогів активно досліджується сучасними українськими науковцями. Зокрема, Л. Байдюк розглядає теоретичне підґрунтя, структуру та умови вдосконалення комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи у процесі професійної підготовки [1]. З. Митяй та Т. Сіроштан акцентують увагу на формуванні професійно-комунікативної компетентності майбутніх педагогів у процесі фахової підготовки [2]. О. Коркішко, А. Коркішко та Є. Назаренко визначають формування комунікативної компетентності майбутніх педагогів як актуальну педагогічну проблему [3]. Окремі аспекти розвитку комунікативної компетентності майбутнього вчителя у процесі взаємодії розкриває Я. Ляховський [4], а М. Хребтов досліджує становлення самого феномена комунікативної компетентності [5].

Водночас сучасні наукові дослідження переважно розглядають загальні підходи до комунікативної підготовки педагога або окремі аспекти її реалізації у підготовці вчителів певних спеціальностей. Це актуалізує необхідність подальшого осмислення проблеми професійного мовлення та комунікативної компетентності майбутніх педагогів відповідно до сучасних вимог до професійної діяльності [1; 2; 5].

У широкому розумінні комунікативна компетентність особистості визначається як здатність встановлювати та підтримувати необхідні контакти з іншими людьми, що ґрунтується на певній сукупності знань, умінь і навичок, необхідних для ефективного спілкування. Вона охоплює здатність змінювати глибину та коло спілкування відповідно до ситуації, розуміти партнера та забезпечувати власну зрозумілість для нього. Отже, комунікативна компетентність передбачає не тільки володіння засобами передачі інформації, а й здатність орієнтуватися у ситуації взаємодії та регулювати її перебіг [3; 5].

Особливістю комунікативної компетентності є її досвідний характер. Вона формується передусім у процесі безпосередньої взаємодії людини з іншими людьми, тобто є результатом набуття та осмислення досвіду спілкування. Важливу роль у цьому процесі відіграє професійна підготовка майбутнього педагога, під час якої здобувач освіти набуває досвіду комунікативної взаємодії та вчиться застосовувати відповідні способи спілкування у професійних ситуаціях [1; 2; 4].

Якщо розглядати спілкування відповідно до його основних аспектів, комунікативна компетентність може бути визначена як важлива складова процесу взаємодії. У вузькому розумінні комунікація постає як інформаційний процес між людьми як активними суб’єктами, у якому враховуються відносини між партнерами. Водночас комунікація може розумітися ширше – як процес взаємного впливу комунікантів, спрямований на досягнення порозуміння, організацію спільної діяльності та побудову продуктивних взаємин [3; 4].

У структурі професійної компетентності педагога комунікативна складова набуває особливого значення. Сучасні дослідники наголошують, що її формування має бути невід'ємною частиною професійної підготовки майбутнього вчителя. Комунікативна компетентність забезпечує готовність майбутнього фахівця до конструктивної взаємодії з учнями, колегами, батьками та іншими учасниками освітнього процесу [1; 2; 3].

Професійна комунікативна компетентність педагога передбачає володіння способами цілеспрямованого та доречного використання мовленнєвих засобів для вирішення завдань педагогічного спілкування. Її формування не обмежується періодом навчання у закладі вищої освіти, а відбувається протягом усього професійного становлення фахівця. Починаючись на етапі професійної підготовки, цей процес продовжується в професійній діяльності та вдосконалюється разом із набуттям педагогічного досвіду [1; 2; 5]. Саме професійне мовлення виступає одним з основних засобів здійснення навчально-педагогічної діяльності, а його розвиток є важливою передумовою комунікативної майстерності педагога.

Важливим напрямом професійної підготовки майбутніх педагогів є інтегративний підхід. Формування комунікативної компетентності доцільно здійснювати у взаємозв'язку з іншими складовими професійної підготовки, оскільки комунікативні вміння реалізуються безпосередньо у навчальній, виховній, організаційній та міжособистісній діяльності майбутнього педагога [1; 2].

У цьому контексті формування комунікативної компетентності не може бути зведене лише до розвитку мовленнєвих умінь. Педагогічне спілкування передбачає одночасну реалізацію інформаційної, перцептивної та інтерактивної функцій, а тому потребує від майбутнього вчителя здатності не тільки передавати інформацію, а й сприймати іншу людину, розуміти її психологічний стан, враховувати особливості ситуації та організовувати взаємодію відповідно до поставленої педагогічної мети [3; 4].

Психологічний аспект комунікативної компетентності пов'язаний передусім зі здатністю особистості орієнтуватися у ситуаціях спілкування та вільно використовувати вербальні й невербальні засоби взаємодії. Ефективна комунікація передбачає здатність встановлювати та підтримувати необхідні контакти з людьми, адекватно оцінювати ситуацію взаємодії, враховувати особливості партнера та добирати відповідні способи комунікативної поведінки [3; 5].

Для педагога це набуває особливої значущості, оскільки кожна дитина є індивідуальною та потребує відповідного способу взаємодії. Учитель має не лише передати знання, а й встановити психологічний контакт, сформувати взаєморозуміння, викликати довіру, повагу та готовність учня до сприйняття інформації. Це потребує від педагога гнучкості, мобільності та здатності своєчасно змінювати способи взаємодії залежно від індивідуальних особливостей дитини й конкретної ситуації [1; 4].

Працюючи з класом, педагог одночасно реалізує декілька взаємопов'язаних ліній комунікативної взаємодії: з окремим учнем, з класним колективом, із колективом через його актив, а також з окремим учнем через колектив. Ці лінії не існують ізольовано, а постійно переплітаються у повсякденній педагогічній діяльності. Саме тому комунікативна компетентність педагога має забезпечувати здатність функціонувати одночасно на різних рівнях міжособистісної та групової взаємодії [1; 4].

Важливою складовою комунікативної компетентності є система комунікативних якостей особистості. До них можна віднести емпатію, рефлексивність, контактність, уміння слухати, тактовність, толерантність, гнучкість, комунікабельність та здатність до конструктивної взаємодії. Сукупність цих характеристик визначає характер і рівень взаємодії педагога з оточенням [3; 4].

Водночас певні особистісні характеристики можуть створювати комунікативні бар'єри. Зокрема, замкненість, надмірна сором'язливість, дратівливість, агресивність та небажання вступати у взаємодію можуть негативно позначатися на професійному спілкуванні педагога. Це актуалізує значення професійної рефлексії та самопізнання майбутнього вчителя. Педагогу необхідно усвідомлювати власні сильні та слабкі сторони, визначати ті якості, які потребують розвитку, і цілеспрямовано працювати над собою [3; 4].

Таким чином, розвиток комунікативної компетентності передбачає не лише засвоєння зовнішніх прийомів спілкування, а й особистісне професійне становлення майбутнього педагога. Комунікативна компетентність не є сталою характеристикою, яка формується один раз і залишається незмінною. Вона може розвиватися та вдосконалюватися у процесі професійного й особистісного досвіду, а тому її формування має бути одним із постійних завдань професійного розвитку педагога [1; 2; 5].

Особливе місце у комунікативній компетентності педагога займає здатність до міжособистісного пізнання. Педагог має вміти сприймати та адекватно пояснювати поведінку вихованця, помічати зміни у його почуттях і вчинках, визначати можливі причини цих змін та відповідно коригувати власну поведінку. Для цього важливими є емпатія, здатність до рефлексії, розуміння позиції іншої людини та готовність будувати взаємодію з урахуванням її індивідуальних особливостей [3; 4].

Емпатійне розуміння сприяє адекватнішому сприйняттю особистості учня та створює основу для встановлення позитивних і продуктивних взаємовідносин. У цьому сенсі емпатія є не лише особистісною якістю педагога, а й важливим професійним ресурсом, який впливає на характер педагогічної взаємодії та ефективність освітнього процесу.

Іншим важливим компонентом комунікативної компетентності є саморегуляція – здатність керувати власною поведінкою та емоційними реакціями. Педагогічна діяльність передбачає значну кількість ситуацій, що можуть викликати емоційне напруження. Учитель працює одночасно з великою

групою дітей, кожна з яких має власні потреби, особливості поведінки та способи реагування. За таких умов здатність зберігати емоційну рівновагу, стриманість і конструктивність є важливою професійною характеристикою.

Саморегуляція передбачає не придушення емоцій, а здатність управляти власною поведінкою у складній комунікативній ситуації. Важливим механізмом такого управління може виступати зміна ставлення до ситуації, людини або явища, що викликає напруження, та формування конструктивної психологічної установки. Управління емоційно-вольовою сферою пов'язане також зі здатністю прогнозувати можливі труднощі та знаходити конструктивні способи реагування.

Таким чином, комунікативна компетентність педагога є складним системним утворенням, що охоплює знання, уміння та навички спілкування, здатність орієнтуватися у комунікативних ситуаціях, встановлювати й підтримувати контакти, добирати адекватні способи взаємодії, розуміти психологічні особливості іншої людини та регулювати власну поведінку [1; 2; 3; 5]. Її зміст виходить далеко за межі власне мовленнєвої підготовки, оскільки включає особистісний і психологічний компоненти професійної діяльності.

Висновки. Професійна підготовка майбутнього педагога має передбачати цілеспрямоване формування комунікативної компетентності як невід'ємної складової його професійної компетентності. Її розвиток доцільно здійснювати на основі інтегративного підходу, поєднуючи професійні знання з практичним досвідом комунікативної взаємодії та розвитком особистісних якостей [1; 2].

Ефективний педагог має не лише знати свій предмет і володіти методикою його викладання, а й уміти встановлювати психологічний контакт, розуміти учня, враховувати його індивідуальність, підтримувати конструктивну атмосферу взаємодії та спрямовувати комунікацію на досягнення педагогічних завдань. У цьому контексті емпатія, рефлексія та саморегуляція виступають важливими психологічними складовими професійної комунікації.

Отже, комунікативна компетентність і майстерність ділового та міжособистісного спілкування є необхідними інструментами професійної діяльності педагога та важливою передумовою гуманізації освітнього процесу. Результативність педагогічної діяльності значною мірою визначається тим, наскільки педагог здатний не лише передавати знання, а й вибудовувати продуктивні взаємовідносини з учнями та іншими учасниками освітнього процесу [3; 4; 5].

Список використаних джерел

1. Байдюк Л. М. Теоретичне підґрунтя, структура та умови вдосконалення комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи у процесі професійної підготовки. Педагогічні науки: теорія та практика. 2024. № 2. С. 44–49. DOI: 10.26661/2786-5622-2024-2-06.
2. Митяй З., Сіроштан Т. Формування професійно-комунікативної компетентності майбутніх педагогів у процесі фахової підготовки. Науковий

вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. 2024. Т. 2, № 33. С. 191–196. DOI: 10.33842/22195203-2024-2-33-191-196.
3. Коркішко О. Г., Коркішко А. А., Назаренко Є. О. Формування комунікативної компетентності майбутніх педагогів як актуальна педагогічна проблема. Гуманізація навчально-виховного процесу. 2025. № 1 (107). DOI: 10.31865/2077-1827.1(107)2025.326959.
4. Ляховський Я. Розвиток комунікативної компетентності майбутнього вчителя в командній взаємодії. Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи. 2025. № 10. DOI: 10.32782/ped-uzhnu/2025-10-5.
5. Хребтов М. Становлення феномена «комунікативна компетентність». Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2026. № 223. С. 343–348. DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-343-348.

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.012.289-292

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОВІРИ ДО ОСОБИСТОГО БРЕНДУ ПІДПРИЄМЦЯ

Котляр Олександр
к.п.н., ст. викладач
Кафедра психології особистості та соціальних практик
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

У бізнес-практиці функція персонального бренду вже давно переросла рамки прикладного позиціонування - це насамперед механізм, через який аудиторія конструює цілісний образ самого підприємця. Його вагомість залежить від системності самопрезентації: які саме риси стають відкритими для зовнішнього спостереження та як їх зчитують клієнти й ділові партнери. Відтак фундаментальним елементом такої взаємодії виступає довіра, що позначає готовність оточення бачити в підприємцеві передбачуваного та надійного суб’єкта співпраці.

Особистий бренд варто трактувати як інтерактивний процес, де самопрезентація коригується соціальним сприйняттям. Розмежовуючи бренд, брендинг та його підсумкову цінність, дослідники акцентують на вирішальній ролі зовнішнього оцінювання іншими [1]. У підприємницькому контексті це означає, що ключового значення набуває не пряме інформування, а сприйняття аудиторією рис особистості, і їх інтерпретація та відповідність запитам реципієнтів. Звідси випливає потреба змістити вектор аналізу довіри зі змісту комунікаційних повідомлень підприємця в сторону його соціально-психологічного оцінювання аудиторією.

Драйвером цього оцінювального ланцюжка є самопрезентація, чий потенціал найбільш повно розкривається у цифровому дискурсі. Через мережеві канали підприємець отримує змогу комплексно транслювати компетенції, переконання та стиль комунікації. Як свідчать наукові погляди, присвячені самопрезентації соло-підприємців, онлайн-платформи забезпечують стратегічне управління враженнями аудиторії та позиціонування підприємницької ідентичності [2]. Це перетворює самопрезентацію з пасивного сповіщення на активний фільтр, що виокремлює якості суб'єкта, з яких аудиторія згодом скомпонує його цілісний соціальний портрет.

Тригерами у структурі особистого бренду насамперед виступають: компетентність, моральність, персоналізація та привабливість особи. Досліджуючи персональний бренд CEO, науковці встановили їхній безпосередній вплив на репутацію компанії через призму соціальної ідентифікації споживачів [3]. Попри специфіку корпоративного контексту, цей механізм є релевантним і для підприємців, адже оцінювання завжди фокусується на реальній людині, а не на абстрактному символі. У підприємництві зазначені якості виступають маркерами довіри, які формують уявлення про стійкість, передбачуваність і ціннісну єдність бізнесмена з його оточенням.

Проте сама лише демонстрація позитивних рис підприємцем не здатна пояснити феномен довіри до нього аудиторії. І в цьому сенсі, важливим критерієм оцінювання є автентичність сприйняття образу підприємця. Тобто, відбувається співставлення в суспільній свідомомсті публічного (декламованого) та фактичного (ідентифіковані дії та вчинки) образу підприємця. Цікавим видається аналіз досліджень цифрової ідентичності бізнесменів, який виявляє суперечливу тенденцію: прагнення підприємців максимально підкреслити свій професіоналізм та впевненість під час самопрезентації, сприймається аудиторією в протилежному значенні, тобто як відсутність щирості й природності [4]. Звідси випливає значення автентичності як базового фільтра сприйняття особистого бренду, особливо у випадках активного моделювання публічного образу під прагматичні цілі.

Структура підприємницької автентичності має системну природу. П'ятимірна модель R. Burg, G. Klein та S. Levy виділяє такі її елементи, як самоусвідомлення, ціннісна послідовність, бізнес-доброчесність, комунікативна відкритість й унікальність [5]. У сукупності ці виміри фіксують баланс між особистісною сутністю підприємця, його задекларованою позицією та фактичною поведінкою. За таких умов довіра формується не під впливом поодиноких позитивних рис, а завдяки відсутності розбіжностей між сфокусованим іміджем та практичним досвідом співпраці.

В дослідженні R. Riyandi та N. Wulandari було встановлено прямий зв'язок між довірою та атрибутами персонального бренду. Було зясовано, що показник довіри до особистого бренду (Personal Brand Trust) перебуває у стійкій позитивній кореляції з обізнаністю про нього, відкритістю до сприйняття, а також лояльністю [6]. Відтак, можемо припустити, що довіра функціонує не як

автономне емоційне ставлення, а як системний психологічний регулятор взаємодії, що визначає підсумкове сприйняття особистого бренду підприємця. Відштовхуючись від розглянутих теоретичних концепцій і емпіричних фактів ми сформували цілісну психологічну модель довіри до особистого бренду підприємця (рис. 1).

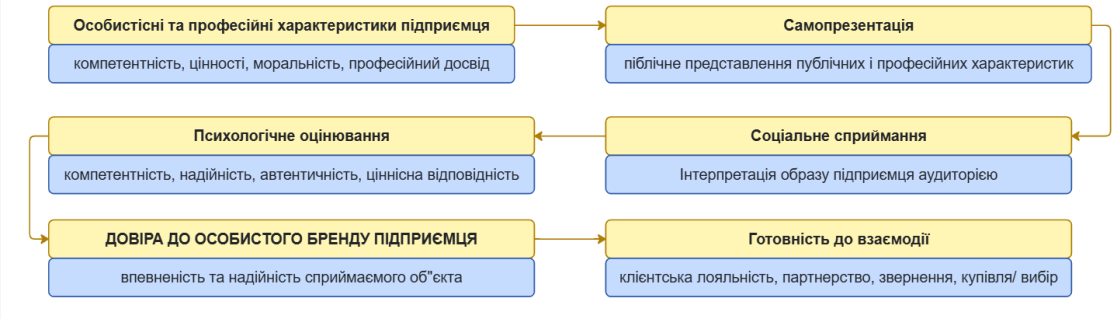


Рис. 1. Психологічна модель довіри до особистого бренду підприємця

У запропонованій архітектурі кожна ланка виконує чітку функцію: особистісні та професійні риси виступають змістовим ядром образу, самопрезентація забезпечує його публічну маніфестацію, соціальне сприймання задає вектор інтерпретації, а психологічне оцінювання конвертує зчитані риси у довіру.

Ключова ідея моделі полягає у відмові від лінійного трактування довіри як прямого наслідку окремої позитивної риси бізнесмена. Довіра постає результатом цілісності та консистентності комунікативних сигналів: фахова компетентність підтверджується поведінкою, декларовані цінності узгоджуються з вчинками, а медійний образ не резонує з реальним досвідом співпраці. За такої системи особистий бренд трансформується зі сконструйованої статичної ситуації на динамічне репрезентування особистості підприємця, що вибудовується безпосередньо в процесі соціального контакту.

На підтвердження цього, довіра до персонального бренду є підсумком складного соціально-психологічного оцінювання, де в синергії працюють компетентність в сприйнятті, етичність, автентичність, ціннісна послідовність та виважена стратегія самопрезентації.

Список використаних джерел

1. Szántó P., Radácsi L. Defining personal brand, personal branding and personal brand equity / P. Szántó, L. Radácsi // Prosperitas. – 2023. – Vol. 10, No. 3. – P. 1–11. DOI: 10.31570/prosp_2022_0043.
2. Sawy A., Bögenhold D., O'Hagan-Luff M., van Stel A. 'I am my business': Solo entrepreneurs' self-presentation on social media / A. Sawy, D. Bögenhold, M. O'Hagan-Luff, A. van Stel // Journal of Management & Organization. – 2025. – Vol. 31, No. 6. – P. 2726–2747. DOI: 10.1017/jmo.2025.10027.
3. Chen S., Hu Z. A Study on the Impact of the Internet Celebrityization of CEO Personal Brand on Corporate Brand Image – Taking China's New Energy Vehicle Industry as an Example / S. Chen, Z. Hu // Economics. – 2026. – Vol. 20, No. 1. DOI: 10.1515/econ-2025-0207.

4. Block J. H., Diegel W., Fisch C. How venture capital funding changes an entrepreneur's digital identity: more self-confidence and professionalism but less authenticity! / J. H. Block, W. Diegel, C. Fisch // Review of Managerial Science. – 2024. – Vol. 18, No. 8. – P. 2287–2319. DOI: 10.1007/s11846-023-00686-1.
5. Burg R., Klein G., Levy S. Entrepreneurial authenticity: The five-dimensional framework of entrepreneurial authenticity in strategic value creation for SMEs / R. Burg, G. Klein, S. Levy // Journal of Small Business Management. – 2026. DOI: 10.1080/00472778.2026.2640352.
6. Riyandi R., Wulandari N. The Influence of Personal Brand Trust on Community Leaders Who Are Also Entrepreneurs in DKI Jakarta on Overall Brand Equity / R. Riyandi, N. Wulandari // Jurnal Ilmu Manajemen dan Ekonomika. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – P. 87–98. DOI: 10.35384/jime.v14i2.278.

ОСОБИСТІСНИЙ АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ: ГЕНДЕРНИЙ АСПЕКТ

Левченко Вікторія
к.філос.н., доцент
Літинська Олександра
магістр
Кафедра практичної психології
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Україна

У сучасних умовах трансформації українського суспільства та зростання ролі військової служби особливої значущості набуває проблема психологічної адаптації військовослужбовців до специфічних умов професійної діяльності. Особистісний адаптаційний потенціал являє собою багатовимірний психологічний феномен, що інтегрує когнітивні, емоційні, поведінкові та ціннісно-смислові компоненти у процесі пристосування до мінливих умов середовища. Теоретичний аналіз засвідчує існування множини методологічних підходів до розуміння адаптації – від ресурсного (Столярчук, Усік, 2024), що акцентує увагу на мобілізації внутрішніх психологічних засобів подолання труднощів, до соціально-психологічного (Кокун, Лозінська, 2025), що наголошує на системній взаємодії особистості та соціального контексту.

Адаптаційний період військовослужбовців характеризується особливою інтенсивністю та специфічністю психологічних процесів, зумовленою унікальним поєднанням професійних вимог та екстремальних умов діяльності. Гендерна специфіка цього періоду виявляється передусім у різних бар'єрах: жінки-військовослужбовці стикаються з необхідністю доводити професійну спроможність у маскулінному середовищі та з ризиком ізоляції у підрозділі, тоді як для чоловіків основним бар'єром є стигматизація звернення по психологічну допомогу та нормативна вимога емоційної стриманості. Таким чином, вивчення

гендерних особливостей адаптаційного потенціалу потребує чіткого методологічного підґрунтя, яке уможливлює не лише кількісну фіксацію відмінностей між чоловіками та жінками, а й якісну інтерпретацію механізмів, що стоять за отриманими показниками.

Побудова дослідницького дизайну спиралася на принципи системності, об'єктивності та верифікованості. Дослідження реалізовувалось у дистанційному форматі за допомогою платформи Google Форми, що забезпечило доступність для респондентів із різних регіонів та підрозділів. Анонімність і добровільність участі гарантувалися на етапі інформованої згоди, текст якої розміщувався на першій сторінці електронного опитувальника.

Вибірка для емпіричного дослідження гендерних особливостей особистісного адаптаційного потенціалу військовослужбовців склала 70 військовослужбовців Збройних Сил України віком від 22 до 35 років (середній вік – 28,3 року, термін служби – від 6 до 24 місяців), серед респондентів – 35 чоловіків та 35 жінок. Рівна представленість обох статей дозволила коректно застосовувати порівняльні статистичні процедури без необхідності зважування чи корекції на нерівномірність груп. Респонденти обіймали різні посади – від рядового та молодшого сержантського складу до офіцерських посад ланки «взвод – рота», що розширює межі узагальнення висновків.

Емпіричне дослідження, проведене на вибірці з 70 військовослужбовців (35 чоловіків та 35 жінок) за допомогою чотирьох стандартизованих методик (МЛО-АМ, опитувальник Лазаруса, методика Роджерса–Даймонда, MSPSS), дозволило виявити статистично значущі гендерні відмінності за низкою параметрів.

Чоловіки-військовослужбовці продемонстрували вищу нервово-психічну стійкість ($U = 428,5$; $p = 0,021$), більш виражений емоційний комфорт ($p = 0,034$), вищу інтернальність ($p = 0,042$) та інтенсивніше прагнення до домінування ($p = 0,015$). Серед копінг-стратегій у чоловіків переважає конфронтаційне реагування ($p = 0,031$), що свідчить про тенденцію до прямого протистояння стресору через активні дії. Загалом адаптаційна модель чоловіків може бути охарактеризована як «автономно-домінантна», зорієнтована на внутрішні психічні ресурси та індивідуальне подолання труднощів.

Жінки-військовослужбовці, натомість, значуще переважали за пошуком соціальної підтримки ($U = 389,0$; $p = 0,008$), позитивною переоцінкою ($p = 0,038$), прийняттям інших ($p = 0,049$) та загальним рівнем сприйманої соціальної підтримки з усіх трьох джерел – родини, друзів та значущої особи ($p = 0,011$). Жіноча адаптаційна модель визначена як «інтегративно-кооперативна» і спирається переважно на зовнішні, міжособистісні ресурси та когнітивну гнучкість у переосмисленні негативного досвіду.

Кореляційний аналіз за Спірменом виявив тісний зв'язок між адаптивними здібностями за МЛО-АМ та шкалою адаптації за Роджерсом–Даймондом ($r = 0,79$), що підтвердило конвергентну валідність використаних інструментів. Встановлено, що для чоловіків ключовим предиктором загальної адаптації є нервово-психічна стійкість ($r = 0,74$), тоді як для жінок – сприймана соціальна

підтримка (r = 0,58). Конфронтаційний копінг виявив стійкі негативні кореляції з адаптацією (r = –0,38) та нервово-психічною стійкістю (r = –0,42), що підтверджує його деструктивну роль у загальному адаптаційному процесі.

Порівняння екстремальних груп – осіб із високим та низьким рівнем адаптації – засвідчило, що високоадаптовані військовослужбовці незалежно від статі значуще частіше використовують планування розв'язання проблеми (p = 0,001), самоконтроль (p = 0,005) та позитивну переоцінку (p = 0,007) і значуще рідше вдаються до конфронтації (p = 0,003) та втечі-уникнення (p = 0,004).

Висунуту гіпотезу підтверджено частково: статистично значущі гендерні відмінності ($p \leq 0,05$) зафіксовано за дев'ятьма з двадцяти двох досліджуваних показників, тоді як за інтегральними шкалами адаптації та адаптивних здібностей відмінності не досягли рівня значущості. Це дає підстави стверджувати, що гендерна специфіка адаптаційного потенціалу має якісний, а не кількісний характер.

На підставі отриманих результатів розроблено практичні рекомендації щодо диференційованого психологічного супроводу: для жінок – додаткові заняття з емоційної саморегуляції та система наставництва з боку досвідчених жінок-військовослужбовців; для чоловіків – тренінги комунікативної компетентності та навичок звернення по допомогу. Запропоновано модель «каскадного» втручання, що передбачає послідовне застосування скринінгу, поглибленої діагностики та індивідуалізованих тренінгових програм

Результати дослідження можуть бути використані психологічними службами військових частин під час організації первинного адаптаційного супроводу та моніторингу адаптаційної динаміки, командним складом – під час раннього виявлення ознак дезадаптації, а також у процесі підготовки та підвищення кваліфікації військових психологів і при розробці гендерно-чутливих тренінгових програм.

Перспективи подальшого дослідження проблеми пов'язані з розширенням вибірки за рахунок військовослужбовців різних вікових категорій, звань і видів військ, застосуванням лонгітюдного дизайну для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між копінг-стратегіями та рівнем адаптації, окремим урахуванням чинника безпосереднього бойового досвіду, а також розробкою та апробацією диференційованої за гендерною ознакою програми психологічного супроводу з оцінюванням її ефективності.

Список використаних джерел

1. Кокун, О.М., Лозінська, Н.С., Пішко, І.О., & Олійник, В.О. (2025). Діагностика психологічних змін у військовослужбовців в умовах війни. ТОВ «7БЦ».
2. Столярчук, О.А. (2025). Особистісний адаптаційний потенціал у контексті складних життєвих ситуацій. Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина», 4(50), 1778–1785.
3. Усик, Д.Б. (2024). Психологічні особливості дезадаптації військовослужбовців – учасників бойових дій. Слобожанський науковий вісник. Серія Психологія, 1, 183–189.

ТЕМПЕРАМЕНТ ЯК ЧИННИК ІНДИВІДУАЛЬНОГО СТИЛЮ ТВОРЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБИСТОСТІ

Косенко Наталія
к.т.н., доцент
Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М. Бекетова
Карасьова Марія
здобувачка вищої освіти бакалаврського рівня
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
м. Харків, Україна

Анотація. В статті розглянуто проблему співвідношення темпераменту та креативності в контексті індивідуальних відмінностей особистості. Проаналізовано темперамент як психодинамічну характеристику, що визначає переважно динамічні параметри поведінки та діяльності, але не задає їх змістової спрямованості. Обґрунтовано доцільність розмежування рівня креативності та способу її прояву. Показано, що темперамент може бути пов'язаний зі швидкістю генерування ідей, характером перемикання між завданнями, емоційною реактивністю, стійкістю до невизначеності та особливостями доведення творчого задуму до результату. Охарактеризовано специфіку творчої діяльності за сангвінічного, холеричного, флегматичного та меланхолійного типів темпераменту. Зроблено висновок про опосередкований і багатофакторний характер взаємозв'язку темпераменту та креативності.

Ключові слова: темперамент, креативність, творча діяльність, індивідуальні відмінності, психодинамічні властивості, творчий потенціал, саморегуляція.

Сучасне суспільство висуває дедалі вищі вимоги до здатності людини діяти в умовах невизначеності, швидко адаптуватися до змін та знаходити нестандартні способи вирішення проблем. В цьому контексті креативність розглядається не лише як характеристика художньо-творчої діяльності, а як важливий ресурс пізнавальної, професійної та соціальної активності.

Водночас люди відрізняються не тільки кількістю або якістю створюваних ними ідей, а й способом включення в творчу діяльність. Одні швидко переходять від задуму до його реалізації, інші потребують тривалішого періоду аналізу; для одних продуктивним є динамічне середовище, тоді як іншим необхідні передбачуваність і можливість зосередженої роботи. Частина цих відмінностей може бути пов'язана з темпераментом.

Темперамент доцільно розглядати як систему відносно стійких психодинамічних характеристик, що визначають темп, інтенсивність, емоційність і загальну динаміку психічної діяльності. Водночас він не визначає зміст мотивів, цілей або цінностей особистості. Такий підхід дає підстави

розглядати темперамент не як безпосередню «причину» творчих здібностей, а як один із чинників, що модифікують спосіб реалізації творчого потенціалу.

В психологічній традиції темперамент пов'язують передусім із формально-динамічними характеристиками поведінки. До них належать швидкість реакцій, інтенсивність психічних процесів, емоційна реактивність, рівень активності та особливості перемикання. Саме ці параметри можуть мати значення для творчої діяльності, оскільки творчий процес передбачає одночасну роботу з новою інформацією, невизначеністю, альтернативними рішеннями та необхідністю регуляції власної активності.

Сучасні підходи до темпераменту відходять від його розуміння як абсолютно незмінної характеристики. Психодинамічні властивості мають біологічну основу, проте конкретні форми їх прояву залежать від досвіду, соціального середовища та навичок саморегуляції. Отже, темперамент створює певні передумови для поведінки, але не визначає однозначно результат діяльності.

Аналогічно креативність не може бути зведена лише до здатності продукувати велику кількість нових ідей. В її структурі поєднуються когнітивні процеси, мотивація, емоційно-вольова регуляція та соціальна взаємодія. В когнітивному аспекті важливими є дивергентність, гнучкість, оригінальність і здатність розробляти запропоновану ідею. Мотиваційна складова забезпечує готовність підтримувати творчий пошук, тоді як емоційно-вольова допомагає долати невизначеність, фрустрацію та труднощі реалізації задуму. Соціальне середовище, своєю чергою, визначає можливості прийняття, розвитку та практичного використання творчих ідей.

Тому співвідношення темпераменту і креативності доцільно описувати не за принципом «певний тип темпераменту - високий або низький рівень творчості», а через поняття індивідуального стилю творчої діяльності. Такий стиль охоплює характерні для особистості способи входження у творче завдання, генерації та відбору ідей, організації діяльності, реагування на помилки та завершення творчого продукту.

У представників сангвінічного типу висока рухливість психічних процесів може створювати передумови для швидкого перемикання між ідеями та завданнями. Для такого стилю характерні легкість встановлення нових зв'язків, швидке включення в незнайому діяльність і готовність експериментувати. Це може бути продуктивним в ситуаціях мозкового штурму, імпровізації, командного пошуку та завдань із великою кількістю альтернатив. Водночас тривале виконання одноманітних етапів творчого проєкту може вимагати додаткової саморегуляції.

Для холеричного типу більш характерною може бути висока інтенсивність включення в діяльність. Енергійність, швидкість реакцій і прагнення до активної реалізації задуму здатні сприяти рішучому пошуку нестандартних рішень. Такий стиль може бути особливо помітним в ситуаціях обмеженого часу або необхідності швидко прийняти рішення. Водночас емоційна напруженість та

імпульсивність можуть ускладнювати послідовне опрацювання ідеї, тому важливим ресурсом стає розвиток контролю темпу роботи та емоційної регуляції.

Флегматичний тип демонструє інший варіант співвідношення психодинаміки та творчості. Відносно повільне переключення може компенсуватися стійкістю уваги, послідовністю та здатністю тривалий час працювати над одним завданням. В такому випадку творчий процес може бути менш спонтанним, проте значну роль відіграє детальне опрацювання, перевірка логічних зв'язків і вдосконалення первинної ідеї. Це особливо важливо на етапах реалізації та доопрацювання творчого продукту.

Меланхолійний тип характеризується високою чутливістю та інтенсивністю внутрішніх переживань. В творчій діяльності це може виявлятися у схильності до рефлексії, уважності до нюансів, емоційної насиченості та пошуку особистісних смислів. Такий стиль може бути продуктивним у видах діяльності, де значущими є образність, символізація, емпатія та глибоке осмислення досвіду. Разом із тим надмірна чутливість до оцінювання або помилки може створювати додаткові бар'єри для презентації творчого результату.

Тому відмінності між типами темпераменту доцільно трактувати як відмінності в способах організації творчої діяльності. Один тип може полегшувати швидке продукування варіантів, інший - їх послідовне опрацювання, третій - інтенсивне включення в діяльність, четвертий - глибоке рефлексивне осмислення. Відповідно, оцінювання креативності лише за кількістю створених ідей не дає змоги повною мірою врахувати різноманітність творчих стратегій.

Важливе значення при цьому має саморегуляція. Навіть якщо певна темпераментна властивість створює перевагу в одному виді творчої діяльності, вона може вимагати компенсації в іншому. Наприклад, висока рухливість може сприяти генерації ідей, але ускладнювати їх тривале опрацювання; повільність переключення може ускладнювати швидкий пошук альтернатив, але бути перевагою під час детального аналізу. Таким чином, результат творчої діяльності формується через взаємодію темпераменту, набутих навичок, мотивації, досвіду та умов середовища.

Теоретичний аналіз дозволяє розглядати темперамент як один із чинників, що визначають динамічний аспект творчої діяльності, а не як прямий предиктор рівня креативності. Його значення виявляється передусім в швидкості включення в діяльність, характері перемикання, емоційній реактивності, стійкості та способах регуляції активності. Різні темпераментні типи можуть бути пов'язані з різними стилями реалізації творчого потенціалу: динамічним, інтенсивним, аналітично-послідовним або рефлексивним. Водночас жоден тип темпераменту не можна розглядати як такий, що сам по собі забезпечує вищу або нижчу креативність. Перспективним напрямом подальших досліджень є емпірична перевірка зв'язку між конкретними психодинамічними

характеристиками та показниками дивергентного мислення, творчої мотивації й ефективності реалізації творчих задумів.

Список використаних джерел

1. Acar S., Runco M. A. Psychoticism and Creativity: A Meta-analytic. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts. 2012. Vol. 6. № 4. P. 341–350.
2. Corr P. J. Reinforcement sensitivity theory and personality. Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 2004. Vol. 28. P. 317–332.
3. Kose S. Psychobiological model of temperament and character: TCI. Yeni Symposium. 2003. № 41(2). P. 86–97.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ КОРЕКЦІЇ ЗВУКОВИМОВИ У ДОШКІЛЬНИКІВ ЗАСОБАМИ АРТИКУЛЯЦІЙНОЇ ГІМНАСТИКИ

Стахова Ольга Олександрівна
к. психол. н., доцент,
Стецюк Аліна Вікторівна
здобувачка вищої освіти магістерського рівня
Соціально-психологічний факультет
Кафедра психології, логопедії та інклюзивної освіти
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, Україна

У дошкільному віці найпоширенішими є різні порушення звуковимови, які можна класифікувати за типом дефекту. До них належать дизартрія, дислалія, фонетико-фонематичні порушення та затримка мовленнєвого розвитку. Дизартрія характеризується порушенням координації м’язів мовного апарату, що ускладнює правильне вимовляння звуків і словосполучень; при дислалії спостерігається заміна, пропуск або спотворення окремих звуків; фонетико-фонематичні порушення проявляються у неправильному сприйнятті та диференціації звуків мови, що негативно впливає на формування словникового запасу та граматичної будови висловлювань. Крім того, деякі діти мають комбіновані порушення, що включають одночасно дефекти артикуляції, ритму та темпу мовлення, що значно ускладнює процес комунікації та навчання.

Проблематика корекції звуковимови у дошкільному віці полягає у багатовекторності впливу мовленнєвих порушень на розвиток особистості дитини. Неправильна артикуляція звуків може призводити до формування мовленнєвої невпевненості, зниження мотивації до спілкування, труднощів у засвоєнні грамоти та навчанні у школі. Діти з мовленнєвими порушеннями частіше проявляють імпульсивність, емоційну нестійкість, знижений рівень самоконтролю та соціальної адаптації. Через це важливо своєчасно

застосовувати корекційні методики, серед яких артикуляційна гімнастика виступає одним із провідних засобів розвитку мовного апарату, формування правильної вимови, стимуляції фонематичного слуху та розвитку довільної моторики, що, у свою чергу, сприяє підвищенню рівня комунікативної компетентності дитини.

Дошкільний вік є одним із ключових періодів формування мовленнєвих навичок дитини. Саме в цей час відбувається активне опанування фонетичного апарату, розвиток фонематичного слуху, формування правильної артикуляції та акустичного сприйняття мовленнєвих сигналів [1].

Порушення звуковимови на цьому етапі може негативно позначатися на розвитку комунікативних навичок, когнітивної сфери та соціальної взаємодії дитини з однолітками та дорослими. Водночас наукові дослідження свідчать, що артикуляційна гімнастика є ефективним засобом корекції мовленнєвих дефектів, оскільки вона стимулює роботу артикуляційного апарату, покращує координацію м’язів ротової порожнини та формує правильні рухові навички, необхідні для чіткого вимовляння звуків.

Артикуляційна гімнастика у логопедичній практиці розглядається як комплекс вправ, спрямованих на розвиток моторики органів мовлення – губ, язика, щелеп, піднебіння та голосових зв’язок. Як зазначає Л. Трофименко, систематичне виконання артикуляційних вправ сприяє зміцненню м’язів, підвищує їхню еластичність, а також формує у дитини усвідомлене управління рухами мовного апарату, що є необхідною передумовою для засвоєння правильного звукоутворення. Дослідниця відзначає, що ефективність таких занять значно зростає за умови індивідуального підходу та врахування вікових особливостей дітей, їхніх індивідуальних моторних та сенсорних можливостей [4].

Особливу увагу слід приділяти розвитку артикуляційної моторики у дітей із порушеннями мовлення, зокрема у тих, хто має складнощі з вимовою окремих звуків або фонем. Так, С. Конопляста та Т. Сак зазначають, що у дітей із загальним недорозвиненням мовлення часто спостерігається недостатня координація роботи органів мовлення, слабкий тонус м’язів губ і язика, що ускладнює формування правильної вимови. Водночас вправи артикуляційної гімнастики не лише коригують мовленнєві порушення, а й стимулюють розвиток фонематичного слуху, уваги, концентрації та довільного контролю рухів, що позитивно впливає на загальний психофізичний розвиток дитини [3].

За словами І. Габи, артикуляційна гімнастика має важливе значення не лише з точки зору фізіології мовного апарату, а й як психолого-педагогічний метод формування внутрішньої саморегуляції дитини під час навчальної діяльності. Виконання системи вправ у поєднанні з іграми та сюжетними завданнями сприяє активізації довільної поведінки, формує послідовність дій, розвиває здатність контролювати власні рухи та емоції, що особливо важливо для дошкільнят із мовленнєвими порушеннями [2].

Психологічні дослідження свідчать, що ефективність корекції звуковимови значною мірою залежить від регулярності занять, варіативності вправ та активного залучення дітей до процесу. Так, О. Лапченко й Т. Харченко відмічають, що артикуляційна гімнастика, яка інтегрує елементи ритміки, музики та дихальних вправ, стимулює роботу не лише мовного апарату, а й центральної нервової системи, покращує координацію, посилює увагу та сприяє розвитку емоційної саморегуляції дитини [5].

Таким чином, артикуляційна гімнастика виступає багатовекторним корекційним засобом, який одночасно впливає на фізіологічні, когнітивні та емоційні процеси у дітей дошкільного віку. Регулярне використання таких вправ у логопедичній практиці сприяє не лише формуванню правильної вимови, а й розвитку комунікативної компетентності, підвищенню самоконтролю та готовності дитини до подальшого навчання. Це особливо важливо для дітей із мовленнєвими порушеннями, у яких недостатньо розвинуті механізми саморегуляції та моторного контролю.

Список використаних джерел

1. Вікова психологія: навч. посіб. / Сергєєнкова О.П., Столярчук О.А., Коханова О.П., Пасєка О.В. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 384 с.
2. Габа І. Особливості емоційної саморегуляції дітей дошкільного віку. URL: https://journals.maup.com.ua/index.php/psychology/article/view/2386 (дата звернення:12.12.2025).
3. Конопляста С.Ю., Сак Т.В. Логопсихологія: навч. посіб. Київ: Знання, 2010. 293 с.
4. Трофименко Л.І. Особливості розвитку особистості дошкільників з мовленнєвими порушеннями. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/713055/1/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F_%D0%A2%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf (дата звернення: 12.12.2025).
5. Харченко Т.Г., Лапченко О.В. Психолого-педагогічний екскурс дослідження вольової сфери дошкільників із порушеннями мовлення. URL: https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2cd916b8-26d3-4eb0-becf-da8ff08bcc9a/content (дата звернення: 19.12.2025).

Section: Social Work and Consultation

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Гурова Дар'я
к.геогр.н., доцент
Ковальський Вячеслав
здобувач вищої освіти магістерського рівня
Кафедра «Туристичний, готельний та ресторанний бізнес»
Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Анотація. Цифрова трансформація соціальної сфери докорінно змінює механізми розробки, надання, моніторингу та оцінювання соціальних послуг. Цифрові технології створюють можливості для підвищення доступності, прозорості, персоналізації та ефективності соціальних послуг, водночас формуючи нові вимоги до управління їхньою якістю. У статті розглядається взаємозв'язок між цифровою трансформацією та якістю соціальних послуг із акцентом на трансформації управлінських механізмів, ролі цифрових платформ і прийнятті рішень на основі даних, а також на важливості підходів, орієнтованих на користувача. Особливу увагу приділено необхідності поєднання технологічної модернізації з розвитком інституційної спроможності, захистом даних, цифровою інклюзією та безперервним оцінюванням якості. Дослідження демонструє, що цифровізацію слід розглядати не просто як автоматизацію наявних адміністративних процедур, а як системну трансформацію принципів та інструментів управління якістю соціальних послуг.

Ключові слова: соціальні послуги, управління якістю, цифрова трансформація, цифровізація, соціальний захист, цифрові платформи, доступність послуг, управління на основі даних.

Введення. Цифрова трансформація державного управління стала одним із найважливіших чинників, що впливають на розвиток сучасних систем соціального захисту. Дедалі ширше використання цифрових платформ, засобів електронної ідентифікації, інтегрованих інформаційних систем, інструментів автоматизованого прийняття рішень та аналітики даних змінює традиційну модель взаємодії між надавачами соціальних послуг, органами влади та отримувачами послуг. У цьому контексті якість соціальних послуг дедалі частіше визначається не лише змістом і професійними стандартами надання допомоги, а й ефективністю цифрових процесів, за допомогою яких громадяни отримують доступ до таких послуг [1].

Якість соціальних послуг – це багатогранне поняття, що охоплює доступність, своєчасність, безперервність, ефективність, відповідність індивідуальним потребам, задоволеність отримувачів послуг, а також

дотримання встановлених професійних та адміністративних стандартів. Цифрова трансформація може сприяти покращенню цих характеристик шляхом усунення адміністративних бар'єрів, прискорення обміну інформацією, полегшення комунікації та забезпечення можливості точнішого визначення потреб отримувачів послуг. Водночас впровадження цифрових технологій може створювати нові форми соціального відчуження для осіб, які не мають цифрових навичок, технологічних ресурсів або доступу до стабільної цифрової інфраструктури [2].

Тому цифрова трансформація соціальної сфери вимагає перегляду традиційних підходів до управління якістю. Ефективна цифровізація має забезпечувати не лише прискорення адміністративних процедур, а й збереження людиноцентричності, соціальної справедливості, конфіденційності та підзвітності в процесі надання послуг.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є обґрунтування концептуальних засад управління якістю соціальних послуг в умовах цифрової трансформації та визначення ключових механізмів, за допомогою яких цифрові технології можуть сприяти підвищенню ефективності, доступності та орієнтованості соціальних послуг на потреби отримувачів.

Завданнями дослідження є з'ясування взаємозв'язку між цифровою трансформацією та якістю соціальних послуг, аналіз трансформації механізмів управління якістю в умовах цифровізації, визначення потенціалу цифрових платформ і підходів, що ґрунтуються на даних, для моніторингу та покращення якості послуг, а також виявлення інституційних і соціальних умов, необхідних для забезпечення інклюзивної та сталої цифрової трансформації сфери соціальних послуг.

Результати дослідження та їх обговорення. Цифрова трансформація змінює архітектуру управління якістю соціальних послуг, переорієнтовуючи її з переважно адміністративного контролю на більш інтегровану систему, що ґрунтується на інформації, безперервному моніторингу, зворотньому зв'язку від користувачів та прийнятті рішень на основі доказових даних. Традиційні механізми управління якістю часто зосереджені на дотриманні формальних стандартів і процедурних вимог. Цифрові технології дозволяють доповнити цей підхід безперервним збором і аналізом інформації щодо доступності послуг, часу їх надання, потреб користувачів, результатів обслуговування та рівня задоволеності.

Важливим результатом цифровізації є поява інтегрованих інформаційних середовищ, у яких можна консолідувати й обробляти дані щодо різних видів соціальної підтримки. Такі системи здатні зменшити дублювання інформації, сприяти міжвідомчій співпраці та забезпечити швидше виявлення змін у соціальному становищі окремих осіб і домогосподарств. Як наслідок, управлінські рішення можуть дедалі більше ґрунтуватися на реальних потребах у послугах, а не виключно на ретроспективній адміністративній звітності [3].

Цифрові платформи також сприяють трансформації взаємодії між надавачами послуг і користувачами. Електронні заяви, онлайн-консультації, цифрові сповіщення та дистанційна комунікація можуть суттєво скоротити час і ресурси, необхідні для отримання соціальної допомоги. Розвиток електронних соціальних послуг є особливо актуальним у ситуаціях, коли фізичний доступ до адміністративних установ ускладнений через географічну віддаленість, обмежену мобільність, надзвичайні ситуації або збої в роботі інфраструктури. Водночас ефективність цифрових каналів залежить від їхньої зручності у використанні, доступності, сумісності систем та здатності враховувати потреби користувачів із різним рівнем цифрової компетентності.

Важливим аспектом управління якістю є перехід до прийняття рішень на основі даних. Систематичний збір та аналіз адміністративних даних і даних про надання послуг відкривають можливості для виявлення тенденцій, оцінки ефективності вжитих заходів, виявлення прогалин у наданні послуг та прогнозування нових соціальних потреб. Таким чином, аналітика даних може стати інструментом не лише для оцінки якості послуг після їх надання, а й для запобігання можливим недолікам та адаптації послуг до змінних умов.

Водночас поширення цифрових технологій створює значні виклики для управління якістю. Цифровізація соціальних послуг підвищує важливість інформаційної безпеки, захисту персональних даних, дотримання етичних стандартів і прозорості автоматизованих процесів. Соціальні послуги часто передбачають роботу з конфіденційною особистою інформацією, а це означає, що технологічну ефективність неможливо відокремити від захисту прав окремих осіб. Використання автоматизованих або алгоритмічних систем прийняття рішень додатково вимагає наявності належних механізмів людського нагляду та відповідальності, особливо коли цифрові системи впливають на доступ громадян до соціальної допомоги [4].

Ще одним критично важливим фактором є цифрова інклюзія. Припущення, що всі отримувачі послуг можуть взаємодіяти з державними установами через цифрові канали, може ненавмисно посилити нерівність. Люди похилого віку, особи з інвалідністю, економічно вразливі домогосподарства, жителі районів із недостатньо розвиненою цифровою інфраструктурою та люди з обмеженими цифровими навичками можуть стикатися з труднощами в доступі до повністю цифровізованих послуг. Отже, якісна система цифрових соціальних послуг повинна поєднувати онлайн- та офлайн-канали й забезпечувати альтернативні форми надання допомоги там, де це необхідно [5].

В українському контексті ці питання набувають особливої актуальності. Розвиток електронних державних послуг і розширення цифрових механізмів соціального захисту демонструють потенціал цифрових технологій у підвищенні доступності та адміністративної ефективності. Водночас наслідки повномасштабної війни, переміщення населення, пошкодження інфраструктури та нерівний доступ до цифрових ресурсів вимагають впровадження гнучких і стійких моделей надання соціальних послуг. За таких умов цифрову

трансформацію слід розглядати як інструмент зміцнення стійкості системи соціального захисту, а не просто як заміну паперових процедур електронними.

Відтак, модель управління якістю соціальних послуг, що пройшли цифрову трансформацію, має поєднувати технологічний, організаційний, професійний та соціальний виміри. Технології забезпечують інфраструктуру для ефективної взаємодії та обробки даних, тоді як організаційний потенціал визначає, наскільки належно цифрові інструменти інтегровані в інституційні процеси. Професійна компетентність залишається вирішальною для розуміння індивідуальних потреб і прийняття соціально відповідальних рішень, а соціальний вимір гарантує, що цифровізація не порушує принципів доступності, рівності та поваги до людської гідності [6].

Отже, ключова трансформація стосується не лише інструментів управління якістю, а й самої філософії цього процесу. Якість дедалі частіше слід оцінювати через реальні результати, які отримують користувачі послуг, зокрема: доступність і зручність отримання допомоги, відповідність послуг індивідуальним потребам, безперервність підтримки, а також те, наскільки цифрові механізми покращують, а не ускладнюють взаємодію із соціальними установами.

Висновки. Цифрова трансформація відкриває значні можливості для вдосконалення управління якістю соціальних послуг шляхом підвищення їхньої доступності, адміністративної ефективності, інформаційної прозорості та спроможності приймати рішення на основі доказових даних. Інтеграція цифрових платформ, інформаційних систем, аналітики даних і механізмів зворотного зв'язку дозволяє надавачам соціальних послуг перейти до моделі безперервного управління якістю, орієнтованого на потреби отримувачів послуг.

Однак сама лише технологічна модернізація не може гарантувати вищу якість послуг. Ефективна цифрова трансформація потребує інституційної готовності, кваліфікованого персоналу, надійної цифрової інфраструктури, захисту персональних даних, прозорих механізмів прийняття рішень, а також заходів із запобігання цифровій ізоляції. Тому якість соціальних послуг, що пройшли цифрову трансформацію, слід оцінювати не лише за технологічними показниками, а насамперед за їхніми соціальними результатами та здатністю ефективно й справедливо задовольняти потреби громадян.

Список використаних джерел

1. OECD. (2022). OECD Digital Government Review of Romania: Towards a Digital Transformation of the Public Sector. Paris: OECD Publishing.
2. OECD. (2024). Digital Government Index: 2023 Results. Paris: OECD Publishing.
3. World Bank. (2022). GovTech Maturity Index, 2022 Update: Trends in Public Sector Digital Transformation. Washington, DC: World Bank.
4. European Commission. (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022: Thematic Chapters. Brussels: European Commission.

5. United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2024). United Nations E-Government Survey 2024: Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development. New York: United Nations.
6. European Commission. (2021). European Pillar of Social Rights Action Plan. Brussels: European Commission.

Section: Technical Sciences

COMBINED SYNTHESIS AND PROCESSING OF MATERIALS USING SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS

Zhiguts Yuriy
Doctor of Technical Sciences, Professor
Uzhhorod National University, Ukraine
Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian University
Ignatyshyn Mykola
Associate Professor
Krechun Bogdan
Postgraduate student
Uzhhorod National University, Ukraine

The rapid evolution of the engineering industry, accompanied by the introduction of innovative production models, the specific nature of small-batch and bespoke production, and the development of the parts refurbishment and repair sector, have created a need for state-of-the-art surface treatment methods. Such approaches must ensure that metal alloys possess the specified physical and mechanical properties and a high level of operational reliability. This issue is of critical importance to Ukraine's industrial sector, which is currently operating amid an acute shortage of key alloying elements.

A review of the scientific literature indicates that the formation of heterogeneous composite layers is an effective means of modernizing the working and technological properties of metal products, as well as diversifying their applications. This can be achieved by integrating several materials science approaches into a single technological cycle, combining self-propagating high-temperature synthesis (SHS), plasma spraying processes and surface alloying [1-4].

The application of such integrated methods requires the use of specialized equipment capable of ensuring that the resulting layers possess the necessary physical and technical properties [5,6]. In this context, the development and implementation of the SWS technologies presented in this study represent a promising area of research.

The laser surface hardening (LSH) has won strong positions in technology of metals [7]. Nowadays in the whole world hundreds of patents have been awarded to branch inventions including those dealing with combination of LSH with SHS. One of them [8] is dedicated to combining of LSH (Laser Surface Hardening) with SHS (self-propagation g high-temperature synthesis) [1]. Formerly SHS was combined with other technologies of surface hardening of components [8].

The impotent problem within the LSH is the decreasing of the losses of beam energy because of its reflection by the surface of metal under machining. In the given

investigation, as well as in the invention [2], the mixture of powders Ti (65%), carbon in black state (18%) and Fe (14% by mass) were used in the role of light-absorbing paint. The mixture was damped by solution of 2 % latex in gasoline, and then it was put on the surface of stalls of mark 10 and 20 and was dried in an open air, forming the layer 80, 200 or 500 mkm thick. Thermochemical calculations showed that in such a mixture practically all Ti interacts, thanks to non-oxygen combustion, with carbon, forming the carbide TiC. The seer plus of carbon and very small account of Ti alloy the iron forming liquid steel of condition, which under fast cooling turns into troostite in layers of 80 mkm thick.

In typical microstructure of metal in cross-cut of harded layer got under density power 17 $W \cdot m^{-2}$, diameter of „spot" − 0,4 mm, the speed of scanning 12 min/s and expense of argon (for the defense of Ti from air oxidation) − 0,5 l/s is shown. The thickness of alloy is ~500 mkm. This layer consists of ~50% particles TiC and ~50%(by volume) of metal link-instrumental carbon steel of type "У8".

The investigations made have proved that the microhardness of carbides TiC is higher than the hardness of steel almost 10 times. Thus, in the given work we managed to organize the SHS process in comparatively thin layer thanks to using of LSH technology simultaneously for solving of two tasks: for heating, flashing and carbonating of an iron; for flashing Ti particles and its „combustion" in carbon with forming of carbides TiC.

The adiabatic temperature of non-oxygen combustion of equiatomic mixture Ti-C equals to 3200 K. The real temperature of combustion of selected mixture 68% (% in mass particles) is more than 1850 K that provides the formation of hard-liquid dross (TiC-melding) with the large interval liquids solid us. The formation of dross instead of one-phase alloy influences positively on the quality of surface of hardened layer after its full growing hard and cooling as well as on supporting of this layer even on inclined planes.

It is important to note that in the mentioned non oxygen combustion none of non-metallic phase and its including is formed. Welding of hardened layer with basic metal is obtained automatically „metallurgic ally", excluding the necessity of soldering or other methods of connecting one alloy (e.g. instrumental) with other (e.g. with the basis of cutting tool).

The substitution of a part of iron powder by the powder of carbon ferrochrome (e.g. 12%Fe+2%FeCr instead of 14%Fe in the formulae of SHS mixture) allows to get layers of carbidosteel with the link not in the shape of steel but from alloyed steel "X12" which after fast cooling of these layers thanks to accelerated drain of heat to cold metal of the basis gets austenite-martensite-carbide structure. In the process of work of the instrument such metal link additionally grows hard thanks to pre-transforming of austenite into martensite and getting older of the later one. The hard of such a carbidosteel reaches HV1400 (14000 MPa).

The substitution of a part of iron in the SHS-mixture by ferrochrome increases greatly corrosion resistance of carbidosteel and decreases its oxidizing wear in the process of its exploitation. The substitution of carbon in SHS-mixtures by the powder

is also long-range. The same effect is obtained also with the substitution in another field of hot machining of metals namely the using of SHS-reactions for inmoulding process (modification within of the form) in casting manufacturing.

The substitution of carbon in SHS-mixtures by the powder of boron is also perspective. In such a case it is possible to reach the liquidus-solidus interval to 1500 K, that in other technologies it is practically impossible to meet. Thus, while the above mentioned method on the one hand high refractory diborides TiB_2 and CrB_2 (with high hardness) are formed and, on the other hand, very easily melted complex eutectics are formed.

Conclusions: 1. Combination of LSH and SHS in one operation allows to solve the whole complex of technical problems connected with producing of materials with high hardness like carbidosteels and hard alloys on metal surface. 2. Evolution of inner chemical heat in SHS-mixtures allows to decrease the power of laser radiation. 3. New complex technological process allows to build up wearied surfaces of parts of machines and devices to the high of 0,5 mm.

References

1. Жигуц Ю.Ю. Сплави, синтезовані металотермією і СВС-процесами. Монографія /Ю.Ю. Жигуц. – Ужгород : Ґражда, 2008. − 276 с.
2. Zhiguts Yu.Yu. Perspective materials and technologies for industry / Yu.Yu. Zhiguts, V.F. Lazar, B.Ya. Khomjak // Сучасні тенденції розвитку науки і освіти в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів: збірник тез доповідей Всеукр. наук.-практ. конф., 17-18 травня 2017. – Мукачево : Вид-во МДУ. – 2017. – С. 248 - 249.
3. Zhiguts Y. Innovative technologies for combined welding of materials / Y. Zhiguts, O. Kozar // Інноваційні технології і матеріали для промисловості та довкілля: зб. матеріалів міжн. наук.-практ. конф., 11-12 груд. 2025 (Хмельницький, Україна) / Під ред. кол.: О. Параска, Н. Радек, Я. Петрашек [та ін.]. Zhiguts Y., Kozar O. – Хмельницький : ХНУ, 2025. – С. 72-75.
4. Жигуц Ю.Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – Ужгород : Видавництво «Інвазор», 2014. – 388 с.
5. Жигуц Ю.Ю., Максютова О.В. Механічні властивості і тріщиностійкість термітних зварних з'єднань високоміцних сталей / Ю.Ю. Жигуц, О.В. Максютова // Сучасні тенденції розвитку науки й освіти в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів : збірник тез доповідей за матеріалами VI Міжнародної науково-практичної конференції (14 травня 2026 р., м. Мукачево). Мукачево : Вид-во МДУ, 2026. – С. 282-284.
6. Zhiguts Y., Stoika M., Kuchinka K., Dorovtsi A., Polloi D. Analysis of theoretical approaches to calculating the stress state of multilayer incompressible composites. Monograf / Y. Zhiguts, M. Stoika, K. Kuchinka, A. Dorovtsi, D. Polloi // Wissenschaft und bildung als basis für diemodernisierung der weltordnung innovative technologien; informatik; sicherheitssysteme; verkehrsentwicklung; architektur und bauwesen; medizin; landwirtschaft; geographie, demographie und astronomie. Science and education as the basis for the modernization of the world order. Chapter 2. Analysis of theoretical

approaches to calculating the stress state of multilayer incompressible composites. 2025. – P. 43-77. ISBN 978-3-98924-129-9/ DOI: 10.30890/2709-2313.2025-45-02.
7. Жигуц Ю.Ю. Методика термохімічних розрахунків для встановлення складу екзотермічних шихт / Ю.Ю. Жигуц, І.П. Курітник, М.М. Кляп // Міжвузівський збірник Луцького національного технічного університету «Наукові нотатки». – 2016. – № 54. – С. 125-129.
8. Zhiguts Yu., Krainjai I., Legeta M. Technology for forming special coatings on blanks with materials synthesized by combined processes/ Yu. Zhiguts, I. Krainjai, M. Legeta // Modern Perspectives on Science and Economic Progress: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. November 5-7, 2025. Vilnius, Lithuania. – P. 460-464.

INTELLIGENT ADAPTIVE ASYNCHRONOUS DRIVE CONTROL BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Oliinyk Yuliia
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Storchak Yevhenii
Master's degree
Department of Electrical Engineering and Electric Power Industry
V. N. Karazin Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine

In modern industrial enterprises, asynchronous electric motors (AED) form the basis of drive technology and consume more than 70% of the total amount of electricity used in industry. Despite their reliability, classic control systems based on PI and PID controllers have significant limitations: they are not able to independently adapt to changes in shaft load, voltage fluctuations in the power supply network, or motor parameter drift caused by heating during operation. This leads to a decrease in the accuracy of technological processes, excessive energy losses in transient modes, increased mechanical wear and the risk of emergency stops.

In terms of automatic control theory, an asynchronous motor is a complex, multivariable and nonlinear dynamic object, while traditional mathematical modeling techniques are based on simplified linearized assumptions, inevitably leading to errors. The aim of this work is to improve the quality of speed regulation, ensure stability and increase the energy efficiency of the asynchronous electric drive by introducing an intelligent neuroregulator capable of adapting to changing conditions and nonlinear dynamics of the object in real time.

To solve the problem of nonlinearity and non-stationarity of the object, the project developed an adaptive control system based on the NARMA-L2 (Nonlinear

Autoregressive-Moving Average) neural network architecture, which belongs to the class of identification and direct adaptive control models.

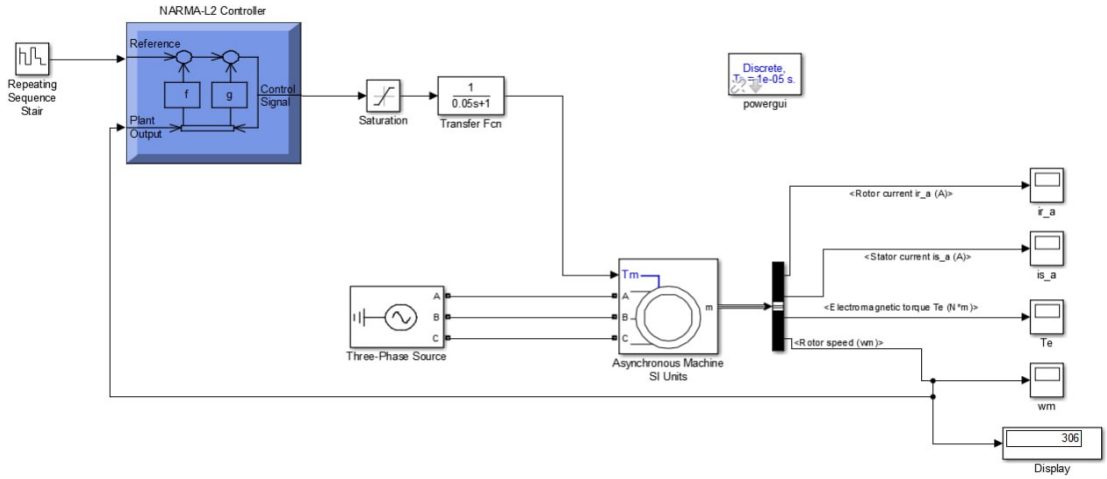


Figure 1 – Control model of an asynchronous motor with an AI regulator

In this configuration, the artificial neural network acts as a continuous real-time operating identifier that monitors the state of the motor and converts the nonlinear model of the object into a linear equivalent form with respect to the control action. Due to its predictive ability, the system can predict the response of the electric drive to future disturbances and proactively correct the voltage inverter control signal, independently adapting to the drift of the engine parameters without the need for manual intervention or auto-adjustment.

To evaluate the efficiency of the developed system, simulation modeling was carried out in the MATLAB/Simulink environment, during which three different scenarios of the operation of the electric drive under conditions of sudden load changes were compared. (Table. 1).

Table 1 Comparison of three different scenarios of electric drive operation in conditions of sudden load changes

System type	Speed behavior	Current stability
No regulator	Large fluctuations, slow reaction	High peak loads
PI regulator	Presence of re-regulation	Average stability
AI regulator	Instant stabilization without fluctuations	Smooth transient processes

The obtained results confirmed that the open circuit system causes strong oscillations and high peak current loads, while the classic PI regulator has the disadvantage of exceeding the set value and long-term attenuation of speed fluctuations. Instead, an AI-powered regulator provides instantaneous stabilization of a given speed without oscillations, smooth transients, and minimization of starting currents. The main advantages of this approach include almost complete minimization of speed deviations, protection of mechanical components from dynamic shocks, and optimization of transient modes.

The practical implementation of such solutions contributes to reducing maintenance operating costs, reducing equipment wear and tear, saving electricity and ensuring compliance with the «Industry 4.0» concept. A promising direction for future research is the practical implementation of an algorithm based on modern digital signal processors (DSP) for tests on a physical laboratory stand.

List of used sources

1. Коваль А. М. Автоматизований дводвигунний електропривод з адаптивним керуванням: кваліфікаційна робота магістра. Вінниця : ВНТУ, 2024. URL: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/43966/162874.pdf.
2. Mahfoud S., et al. Higher performance enhancement of direct torque control of doubly fed induction motor using artificial neural network. Results in Control and Optimization. 2024. Vol. 15. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772671124001190.
3. Mencou S., et al. Advanced nonlinear SVM-based direct torque control for induction motor drive. Results in Control and Optimization. 2025. Vol. 18. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772671125002050

ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОРОЗРЯДНОГО БЛОКА ЕЛЕКТРООЗОНАТОРА

Потапенко Микола
к.т.н., доцент
Шаршонь Віталій
старший викладач
Кафедра енергетики і автоматики
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» Україна

Озонування є одним із перспективних сучасних технологічних процесів, який широко застосовується для покращення санітарно-гігієнічних характеристик повітряного та водного середовищ. Використання озону дає змогу створювати більш екологічно безпечні та сприятливі умови праці й життєдіяльності людини. Завдяки своїм окиснювальним властивостям озон може використовуватися в різних технологічних процесах, зокрема на промислових і сільськогосподарських підприємствах [1].

На сучасному етапі існує значна кількість конструкцій та типів озонаторів, які відрізняються принципом роботи, продуктивністю, конструктивними параметрами та енергетичними характеристиками. У зв’язку з цим важливим завданням є правильний вибір типу та конструктивних параметрів озонатора відповідно до умов його експлуатації та заданих технологічних вимог.

Однією з проблем під час проектування електроозонаторів є визначення їх основних технічних і геометричних параметрів [2]. До таких параметрів належать ємність розрядного пристрою, площа газорозрядного проміжку, товщина скляних пластин та відстань між ними. Від зазначених характеристик значною мірою залежать електричні параметри розрядного пристрою та його робоча продуктивність. Недоліком відомих способів є обмежені можливості щодо визначення взаємозв'язку між конструктивними та електричними характеристиками газорозрядного блока. Це ускладнює процес вибору його оптимальних геометричних параметрів відповідно до необхідної продуктивності електроозонатора.

Запропоноване технічне рішення спрямоване на забезпечення можливості визначення основних технічних характеристик електроозонатора, що дає змогу підвищити обґрунтованість його вибору та використання у відповідному технологічному процесі.

Поставлена мета досягається шляхом застосування способу визначення габаритних параметрів електроозонатора.

На першому етапі встановлюють залежність продуктивності розрядного пристрою від його активної потужності. Отримана залежність дає змогу оцінити необхідну потужність для забезпечення заданої продуктивності озонатора.

Наступним етапом є визначення ємності газорозрядного блока з урахуванням його геометричних параметрів. При цьому враховують товщину скляних пластин, площу газорозрядного проміжку та відстань між пластинами. За сталої відстані між пластинами зміна їх площі та товщини безпосередньо впливає на електричну ємність розрядного пристрою.

На основі отриманих розрахункових даних формують графічні залежності ємності розрядного пристрою від площі скляних пластин для різних значень їхньої товщини. Такі залежності дають змогу наочно оцінити вплив геометричних параметрів газорозрядного блока на його електричні характеристики.

Запропонований технічний підхід є доступним для практичної реалізації та не потребує використання складного спеціалізованого обладнання на етапі попереднього визначення конструктивних параметрів. Це дозволяє спростити процес проектування електроозонатора та підвищити обґрунтованість вибору його параметрів.

Розрахунок ємності газорозрядного блока проводять в залежності від його геометричних параметрів.

Визначення ємності здійснюють на основі наведеної розрахункової формули [3]:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}, \quad (1)$$

де C – ємність газорозрядного блока, Ф; ε_0 – електрична стала, $8{,}854 \cdot 10^{-12}$, Ф/м; ε_r – відносна діелектрична проникність матеріалу; S – площа газорозрядного проміжку, $м^2$; d – відстань між пластинами, м.

На основі виразу (1) проведено розрахунок параметрів газорозрядних блоків, виготовлених зі скла різної товщини – від 2,5 до 4,5 мм. Відповідно до довідкових даних, значення відносної діелектричної проникності для досліджуваних видів скла становить від 6 до 10. Під час розрахунків також розглядали різні значення площі газорозрядного проміжку. Її величину змінювали в межах від 0,1 до 1 м², що дало змогу оцінити зміну ємності розрядного пристрою при збільшенні робочої площі. Відстань між пластинами газорозрядного проміжку приймали сталою та рівною 2,5 мм.

За результатами проведених розрахунків побудовано графічну залежність ємності електроозонатора від площі газорозрядного проміжку за різної товщини скляних пластин (рис. 1).

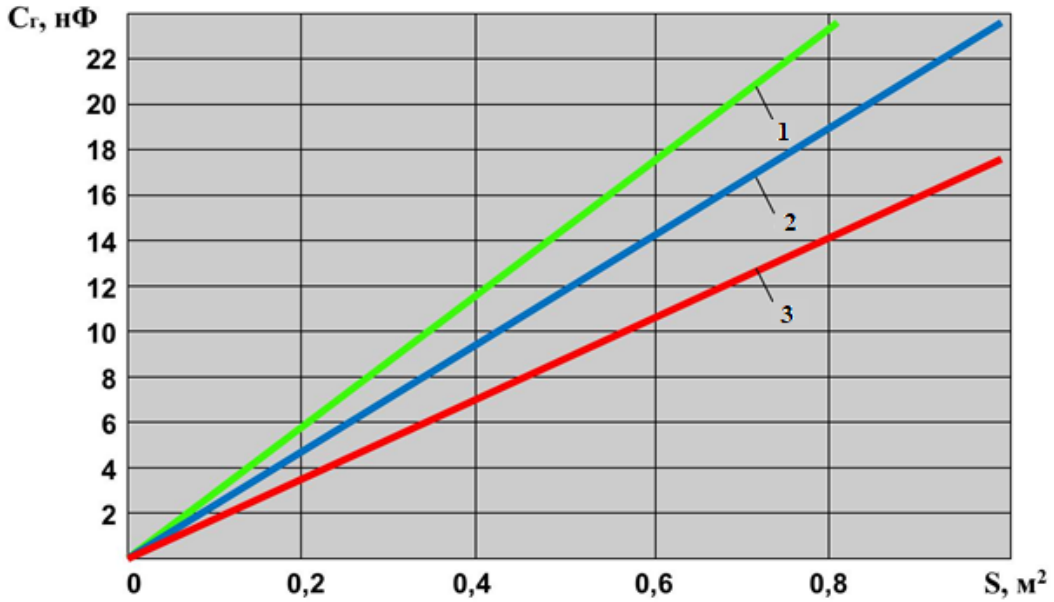


Рис.1. Графічна залежність ємності електроозонатора від площі газорозрядного проміжку:
1 – товщина скляних пластин 4,5 мм; 2 – товщина скляних пластин 3,5 мм;
3 – товщина скляних пластин 2,5 мм.

Проведені розрахунки для різної товщини скляних пластин та різної площі газорозрядного проміжку дають можливість оцінити вплив геометричних параметрів на ємність розрядного блока. Збільшення площі газорозрядного проміжку призводить до відповідної зміни ємності пристрою, що необхідно враховувати під час визначення його робочих характеристик.

Використання отриманих графічних залежностей може бути основою для подальшого визначення оптимальних геометричних розмірів газорозрядного блока відповідно до заданої продуктивності електроозонатора. Запропонований підхід може бути використаний під час проектування електроозонаторів для промислових і сільськогосподарських потреб.

Список використаних джерел

1. Gomes J., Matos A., Gmurek M. et al. Ozone and photocatalytic processes for pathogens removal from water: A review. Catalysts. 2019. Vol. 9 (1). P. 1–23.

2. Rice R. G. Applications of ozone for industrial wastewater treatment - A review. Ozone: Science and Engineering. 1996. Vol. 18, Issue 6. P. 477–515.
3. Малинівський С. М. Загальна електротехніка. Львів: Ви-во Львівської політехніки, 2001. 596 с.

ANALYSIS OF POWER CONSUMPTION MODES OF A PUBLIC BUILDING AND WAYS TO MINIMIZE ENERGY CONSUMPTION

Oliinyk Yuliia
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Savchenko Yuriy
Master's degree
Department of Electrical Engineering and Electric Power Industry
V. N. Karazin Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine

Public buildings are one of the most important sectors of electricity consumption, as they ensure the functioning of educational, administrative, medical, cultural, trade and other institutions whose activities are an integral part of modern infrastructure. This category includes educational buildings of higher education institutions, schools, hospitals, office centers, libraries, sports complexes, public catering establishments, commercial premises and other social facilities. A significant number of electricity consumers, a variety of technological equipment and the specifics of operating modes determine the complex nature of electricity consumption of such buildings.

The peculiarity of public buildings is that the amount of electric load directly depends on the functional purpose of the object, the mode of its operation, the number of visitors or employees, the time of day, day of the week and seasonal conditions. The highest power consumption, as a rule, is observed during periods of maximum activity of the building, when a significant number of electric receivers are operating at the same time. At night, weekends and holidays, the load is significantly reduced, which forms a characteristic daily schedule of electricity consumption.

Electric energy in public buildings is used to ensure the operation of indoor and outdoor lighting systems, computer and office equipment, ventilation and air conditioning, pumping equipment, elevators, communication systems, video surveillance, fire alarm, access control and other engineering systems. In many modern buildings, electricity is also used to operate server equipment, automated building control systems, and separate electrical heating or hot water systems. The set of these electric receivers forms an electrical load structure characterized by different installed power, duration of operation, utilization rate and uneven consumption during the day.

An important characteristic of the electricity consumption of public buildings is its unevenness. During the day, the load changes depending on the institution's work

schedule, classes, work process or mass events. In addition to daily fluctuations, seasonal changes in electricity consumption are observed. In the summer, the consumption of electricity by air conditioning and ventilation systems increases, while in the winter, the load of lighting, ventilation, pumping equipment and auxiliary microclimate support systems increases. Such features must be taken into account during the analysis of power consumption modes and the construction of calculated load schedules.

Daily and seasonal schedules of electric load, which reflect the change in power consumption over time, are used to evaluate the efficiency of the power supply system of a public building. The analysis of such graphs allows you to determine the hours of maximum and minimum load, estimate the utilization factors and maximum load, identify uneven electricity consumption and determine reserves for increasing energy efficiency.

Modeling power consumption modes of public buildings is an important tool for researching their energy characteristics. It makes it possible to predict load changes, analyze the impact of individual groups of electric receivers on total power consumption, evaluate the effectiveness of energy saving measures and optimize the operating modes of electrical equipment. This is especially relevant for educational buildings of higher education institutions, where the electricity consumption regime has clearly defined daily and seasonal features related to the educational process.

Therefore, the peculiarities of the electricity consumption of public buildings are determined by the nature of their functioning, the modes of operation of electric receivers, the number of users of the building and seasonal changes in the electrical load. The unevenness of electricity consumption during the day and year forms characteristic load schedules that reflect the real modes of operation of power supply systems and allow to assess their efficiency.

Analysis of daily and seasonal electricity consumption schedules makes it possible to identify patterns of changes in the electrical load, determine periods of maximum and minimum consumption, assess the level of use of electrical equipment, and also establish reserves for reducing energy consumption. On the basis of such graphs, it is possible to determine the most loaded time intervals, analyze the unevenness of power consumption and justify measures to optimize the operating modes of electric receivers.

That is why modeling power consumption modes is an important tool for researching the energy characteristics of public buildings. It allows you to predict load changes, evaluate the effectiveness of energy saving measures and make technically justified decisions regarding the minimization of energy costs and increasing the energy efficiency of power supply systems of public buildings.

List of used sources

1. Закон України «Про енергетичну ефективність». Верховна Рада України. Київ, 2021.
2. ДБН В.2.5-23:2025. Проєктування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд. Київ : Міністерство розвитку громад та територій

України, 2025. Документ визначає вимоги до проєктування електроустановок громадських будівель і з 2026 року є чинною редакцією.
3. Кузнецов В. Г., Захарченко В. М. Електропостачання будівель і споруд. Київ : Каравела, 2019.
2. Денисюк С. П., Дерев'янко Ю. М. Енергозбереження в електроенергетичних системах. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

ТЕХНІЧНІ ТА ІНФРАСТРУКТУРНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ МОБІЛЬНОСТІ В СИСТЕМІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ

Костильов Дмитро Олегович
здобувач вищої освіти
Вишневська Наталія Олександрівна
старший викладач
Кафедра інженерно-технічного забезпечення
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, Україна

Анотація. У роботі розглянуто технічні критерії, за якими засоби індивідуальної мобільності — електросамокати, моноколеса, гіроскутери та електровелосипеди — набувають статусу транспортного засобу в системі дорожнього руху України. Проаналізовано конструктивні параметри, покладені в основу їх класифікації (швидкість, споряджена маса), вимоги до світлотехнічного обладнання та засобів пасивної безпеки, а також стан розмежування смуг руху між користувачами ЗІМ, велосипедистами й пішоходами. На основі аналізу чинного законодавства та законопроєкту № 3023 сформульовано пропозиції щодо технічного унормування експлуатації цього виду транспорту.

Ключові слова: засоби індивідуальної мобільності, електросамокат, технічне регулювання, дорожня інфраструктура, безпека дорожнього руху.

Введення.

За останні кілька років в українських містах різко зросла кількість електросамокатів, моноколіс, гіроскутерів та електровелосипедів — техніки, яку прийнято об'єднувати терміном «засоби індивідуальної мобільності» (ЗІМ). Ці пристрої відрізняються один від одного за конструкцією, потужністю двигуна та максимальною швидкістю, проте всі вони фактично експлуатуються в загальному транспортному потоці нарівні з автомобілями, велосипедами й пішоходами. Технічна база для їх безпечної інтеграції у дорожній рух — класифікаційні параметри, вимоги до обладнання, інфраструктурне розмежування смуг руху — формується значно повільніше, ніж поширюється

сам транспорт, і саме це відставання породжує зростання аварійності та невизначеність щодо того, за якими технічними й експлуатаційними правилами такий транспорт узагалі має рухатися.

Мета та задачі дослідження.

Мета роботи — проаналізувати технічні характеристики засобів індивідуальної мобільності, що визначають їхній статус у системі дорожнього руху, і на цій основі окреслити напрями вдосконалення технічного регулювання їх експлуатації. Для досягнення мети розв'язувалися такі задачі: розглянути класифікаційні ознаки ЗІМ (швидкість, споряджена маса) та їх закріплення в законодавстві; проаналізувати вимоги до світлотехнічного обладнання і засобів пасивної безпеки; виявити технічні й інфраструктурні прогалини чинного регулювання; оцінити положення законопроєкту № 3023 щодо технічних вимог до легкого електротранспорту.

Результати дослідження і їх обговорення.

Тривалий час Правила дорожнього руху України (ПДР) не містили окремого визначення електросамоката, моноколеса чи засобу індивідуальної мобільності, що створювало невизначеність щодо їх місця в системі дорожнього руху та застосовуваних до них технічних вимог. Ще до законодавчого врегулювання цієї категорії транспорту окремі підходи до її кваліфікації формувалися в судовій практиці. Зокрема, у постанові Київського апеляційного суду від 17.05.2021 у справі № 761/31629/20 електросамокат було розглянуто як транспортний засіб з урахуванням його функціонального призначення та фактичного використання для переміщення людини [4].

Новий етап нормативного врегулювання розпочався з ухваленням Закону України від 24.02.2023 № 2956-IX, яким на законодавчому рівні було визначено окремі категорії легкого електричного транспорту та встановлено їх основні класифікаційні ознаки [1]. При цьому технічні характеристики таких засобів, зокрема конструктивна швидкість і споряджена маса, набули важливого значення для їх нормативної класифікації. Водночас чинне регулювання не формує завершеної системи технічної ідентифікації засобів індивідуальної мобільності, зокрема щодо їх реєстрації, маркування та контролю технічного стану. Це ускладнює як ідентифікацію конкретного транспортного засобу, так і практичне врегулювання окремих питань безпеки та відповідальності у разі дорожньо-транспортної пригоди.

До внесення відповідних змін у ПДР користувачам ЗІМ пропонується керуватися вимогами, аналогічними до велосипедистів: рух якомога правіше проїзної частини, заборона керування у стані сп'яніння, використання світловідбивальних елементів та засобів пасивної безпеки. Проте конкретних технічних параметрів цього обладнання — типу, яскравості, розташування ліхтарів і катафотів, вимог до шолома — нормативно не визначено, що на практиці залишає питання оснащення на розсуд самого користувача.

Подальший розвиток нормативного регулювання використання легкого персонального електротранспорту передбачено законопроєктом № 3023 «Про

внесення змін до деяких законодавчих актів щодо вдосконалення регулювання відносин у сфері забезпечення безпеки окремих категорій учасників дорожнього руху» [2]. Його положеннями пропонується конкретизувати правила участі користувачів персонального легкого електротранспорту в дорожньому русі та встановити додаткові вимоги, спрямовані на підвищення їх видимості й безпеки. Зокрема, передбачено використання відповідних світлових приладів і світлоповертальних елементів за умов недостатньої видимості. Такий підхід створює передумови для переходу від загального визначення статусу цього виду транспорту до конкретизації окремих технічних вимог щодо його безпечної експлуатації.

Разом із тим низка технічних питань залишається неврегульованою навіть у разі ухвалення законопроєкту. По-перше, відсутня єдина термінологічна й класифікаційна база між профільним законом і ПДР, через що ті самі параметри (швидкість, маса) можуть тлумачитися по-різному. По-друге, не встановлено вікових обмежень для керування ЗІМ, хоча саме підлітки — одна з найактивніших груп користувачів електросамокатів, чия фізична готовність керувати технікою зі швидкістю до 50 км/год викликає обґрунтовані сумніви. По-третє, немає вимоги обов'язкового страхування цивільної відповідальності користувача перед третіми особами. По-четверте, не деталізовано інженерне розмежування смуг руху — де саме має рухатися ЗІМ: по велосмузі, тротуару чи проїзній частині, і якими конструктивними засобами (розмітка, бордюри, покриття) це розмежування слід забезпечувати на практиці. Останнє питання, по суті, є вже не стільки юридичним, скільки інфраструктурно-інженерним: без перепроектування вулично-дорожньої мережі під окрему категорію легкого електротранспорту будь-яка норма про «пріоритетний рух по велосмузі» залишається декларацією.

Перспективним напрямом удосконалення українського регулювання є врахування європейського досвіду технічного нормування персонального легкого електротранспорту. У низці європейських країн поряд із правилами участі таких засобів у дорожньому русі встановлюються вимоги до їх конструктивних характеристик, гальмівних систем, світлотехнічного обладнання та інших елементів, що безпосередньо впливають на безпеку експлуатації: так, у Німеччині технічні параметри електросамоката визначено окремою постановою [5], а на рівні Європейського Союзу вимоги безпеки та методи випробувань персональних легких електротранспортних засобів закріплено стандартом EN 17128 [6]. Для України доцільним є застосування аналогічного підходу, за якого правовий статус ЗІМ доповнювався б чітко визначеними технічними параметрами та інженерними вимогами до їх використання в межах вулично-дорожньої мережі.

Висновки.

Визнання електросамокатів і моноколіс транспортними засобами Законом № 2956-IX стало важливим, але недостатнім кроком: закон визначив статус, проте не довів до кінця технічне регулювання — не запровадив ідентифікацію транспортних засобів, не деталізував вимоги до світлотехнічного й захисного

обладнання, не встановив вікових меж і не забезпечив інженерного розмежування смуг руху для різних категорій учасників дорожнього руху. Запропоновані законопроєктом № 3023 положення можуть частково усунути наявні прогалини в частині вимог до світлотехнічного обладнання та підвищення видимості користувачів персонального легкого електротранспорту, однак для повноцінного технічного унормування експлуатації ЗІМ доцільно додатково закріпити: єдину термінологічну й класифікаційну базу, узгоджену між законом і ПДР; вікові обмеження для керування; обов'язкове страхування цивільної відповідальності; конкретні технічні параметри засобів пасивної безпеки; а також інженерні стандарти розмежування смуг руху для ЗІМ, велосипедистів і пішоходів. Такий комплекс заходів дав би змогу узгодити українське регулювання з європейською практикою і реально знизити аварійність за участю користувачів легкого електротранспорту.

Список використаних джерел

1. Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів : Закон України від 24.02.2023 № 2956-IX. Відомості Верховної Ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2956-20 (дата звернення: 12.09.2026).
2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо вдосконалення регулювання відносин у сфері забезпечення безпеки окремих категорій учасників дорожнього руху (користувачів персонального легкого електротранспорту, велосипедистів та пішоходів) : проєкт Закону України № 3023. Верховна Рада України. URL: https://itd.rada.gov.ua (дата звернення: 12.09.2026).
3. Про Правила дорожнього руху : Постанова Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306. База даних «Законодавство України». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п (дата звернення: 12.09.2026).
4. Постанова Київського апеляційного суду від 17.05.2021 у справі № 761/31629/20. Єдиний державний реєстр судових рішень. URL: https://reyestr.court.gov.ua (дата звернення: 12.09.2026).
5. Verordnung über die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr (Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung — eKFV) vom 06.06.2019 (BGBl. I S. 756). URL: https://www.gesetze-im-internet.de/ekfv/BJNR075610019.html (дата звернення: 12.09.2026).
6. NF EN 17128. Light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities and not subject to type-approval for on-road use — Personal light electric vehicles (PLEV) — Safety requirements and test methods. Paris : AFNOR, 2020. URL: https://www.boutique.afnor.org/en-gb/standard/nf-en-17128/light-motorized-vehicles-for-the-transportation-of-persons-and-goods-and-re/fa183516/260611 (дата звернення: 12.09.2026).

УДК 621.396:621.3.019.3

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.013.320-322

ОЦІНЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДМОВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Кузавков Василь
доктор технічних наук, професор,
начальник кафедри електроніки та схемотехніки
Факультет електронних комунікаційних систем,
ORCID ID: 0000-0002-0655-9759
Ланко Антон
здобувач ступеня доктора філософії поза ад'юнктурою,
ORCID ID: 0009-0001-1124-1526
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут, м. Київ, Україна

У межах даного дослідження авторами представлено апробацію наукових результатів [1-4]. Сутність запропонованого підходу полягає у вираженні інженерних показників надійності радіоелектронного обладнання (РЕО) через їхні функції залежності від класичних параметрів надійності. Згідно з висунутою науковою гіпотезою, ця залежність описується чотирма функціями $f_1 - f_4$, числові значення яких розраховуються за допомогою відповідних аналітичних методів. Зокрема, методи визначення значень функцій, попередньо розроблені авторами у працях [2-4], забезпечують комплексне оцінювання стану РЕО на системному рівні. Послідовне залучення функцій $f_1 - f_3$ забезпечує етапне зниження рівня невизначеності при оцінюванні технічного стану РЕО за умов відсутності апріорної (паспортної) інформації. Водночас розробленому математичному апарату притаманне суттєве обмеження - відсутність статистики щодо механізмів відмов (вібраційних, теплових чи електричних). Якщо для стаціонарного обладнання зазначеним фактором можна знехтувати, то в бойових дій (наземної, корабельної або авіаційної) РЕО саме вібраційна складова виступає першопричиною деструкції паяних з'єднань і конструктивних кріплень.

Стандартний підхід MIL–HDBK–217F [5] враховує вібраційне середовище лише представлено через коефіцієнт π_E, не відокремлюючи вібраційну складову як окрему компоненту λ. Модель Steinberg [6] надає фізично обґрунтований апарат для розрахунку $\lambda_{віб}$ через відносне переміщення Z_{rel} паяного з'єднання, але вимагає інструментального вимірювання $Z_{факт}$ – що суперечить умовам методики.

Таким чином, виникає наукова задача у створенні методики оцінювання вібраційної складової інтенсивності відмов РЕО яка буде представлена функцією f_4, яка ґрунтується на обчисленні $\lambda_{віб}$ за результатами виключно візуального огляду, без вимірювання $Z_{факт}$, застосовуючи статистику через спостережувані ознаки вібраційного захисту апаратури.

Перш ніж описувати метод f_4, виникає необхідність з'ясувати, чи не враховується вібраційне навантаження двічі при спільному використанні f_2 і f_4.

У f_2 базова інтенсивність відмов $\lambda_б$ береться з MIL–HDBK–217F із коефіцієнтом π_E, що відповідає реальному середовищу застосування (наприклад, π_E= 2,0 для Ground Mobile). Цей коефіцієнт агрегує всі умови середовища, включаючи вібрацію, в один множник. Модель Steinberg [6], на якій базується f_4, обчислює $\lambda_{віб}$ як явну фізичну функцію вібраційного навантаження.

Для уникнення подвійного врахування прийнято рішення, що λ_0 у формулі f_4 – це $\lambda_б$ при π_E = 1,0 (Ground Fixed), тобто базова інтенсивність відмов без вібраційної складової. Вібраційна компонента виноситься цілком у $\lambda_{віб}$. Таблиця 1 фіксує цю різницю.

Таблиця 1 Розмежування $\lambda_б$ (f_2) і λ_0 (f_4) (уникнення подвійного врахування впливу вібрації)

Параметр	$\lambda_б$ (f_2)	λ_0 (f_4)	Різниця
призначення	інтенсивність відмов від теплових, електричних механізмів	базова інтенсивність відмов без вібраційної складової	різні механізми відмов
джерело	MIL–HDBK–217F з π_E для реального середовища	MIL–HDBK–217F при π_E= 1,0 (Ground Fixed)	$\lambda_0 = \lambda_б \mid \{\pi_E=1\}$
вібраційна складова	включена в π_E (агреговано)	не включена – виноситься в λ_віб	уникнення подвійного врахування
AN/PRC–77 ($\lambda_б$= $3{,}0\cdot10^{-6}$)	$\lambda_б$ π_E= $6{,}0\cdot10^{-6}$	$\lambda_0 = 3{,}0\cdot10^{-6}$ (π_E= 1,0)	$\lambda_{віб}$ додається явно

Уточнена формула P(t) з урахуванням обох компонент:

$$P(t) = \exp[-(\lambda_б \cdot \pi_E \cdot K_s + \lambda_{віб})\, t_{eff}] \quad (1)$$

де $\lambda_б \cdot \pi_E \cdot K_s$ – результат f_2, $\lambda_{віб}$ – результат f_4.

При стаціонарному застосуванні (C_A= 1,0) і хорошому захисті ($K_v \to 0{,}95$):

$$\lambda_{віб} \ll \lambda_б \pi_E K_s,$$

і внесок f_4 нехтовно малий.

При авіаційному застосуванні без захисту – $\lambda_{віб}$ може перевищити $\lambda_б \pi_E K_s$ у рази.

Принципова відмінність f_4 від f_1–f_3 полягає у характері невизначеності. У f_1–f_3 основна невизначеність – суб'єктивна (b_i, k_{use}, $K_{зап}$ з маркування). У f_4

з'являється додаткова структурна невизначеність: апроксимація (4) є принципово ненасиченою – фактичне $Z_{факт}$ залежить від резонансних частот плати, розміщення компонентів та інших параметрів, недоступних при огляді. Це означає, що f_4 дає порядкову оцінку $\lambda_{віб}$, а не точне значення.

Список використаних джерел

1. Кузавков В.В. Ланко А.В. Оцінка показників надійності радіоелектронного обладнання в умовах обмеженої апріорної інформації.. V Міжнародна науково практична конференція, Актуальні питання сучасної науки: історія, теорія, практика : тези доп. Харків : СГ НТМ «Новий курс», 2026. С. 93—95. DOI 10.61718/nsn. ISBN 2786-6777 (online).URL:https://mega.nz/file/WqIWjA7K#V5HvQ4hyIELfqDXrzBiEEeAAwEvSo9DV-_SVbKevsTw
2. Кузавков В.В. Ланко А.В. Яшник В.С. Методика оцінювання залишкового ресурсу радіоелектронного обладнання Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference "Global Directions in Scientific Research and Technological Development" September 7-9, 2026 Valencia, Spain C. 314-316 DOI https://doi.org/10.70286/EOSS-07.09.2026.014.314-316
3. Кузавков В.В. Ланко А.В. Структурна надлишковість при оцінюванні надійності радіоелектронного обладнання. Progressive Approaches in Science and Engineering: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. Copenhagen, Denmark. September 9-11, 2026. 370-372. URL: https://isu-conference.com/en/archive/progressive-approaches-in-science-and-engineering-09-09-26/ . DOI: https://doi.org/10.70286/ISU-09.09.2026.028
4. Кузавков В.В. Ланко А.В. Оцінювання ресурсу радіоелектронного обладнання на компонентному рівні. Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Achievements of Science and Applied Research» (September 14-16, 2026, Dublin, Ireland). European Open Science Space. 2026. 344-346. URL: https://www.eoss-conf.com/en/archive/achievements-of-science-and-applied-research-14-09-26/. https://www.doi.org/10.70286/EOSS-14.09.2026
5. MIL–STD–756B. Reliability Modeling and Prediction. Department of Defense, USA. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1981. 84 p.
6. Steinberg D. S. Vibration Analysis for Electronic Equipment. 3rd ed. New York: Wiley–Interscience, 2000. 432 p.

УДК 622.245.42

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.014.323-327

ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ КОНТАКТНОГО ТИСКУ В УЩІЛЬНЕННІ СВЕРДЛОВИННОГО ПАКЕРА МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Фафлей І.Я.
Науковий керівник:
Рачкевич Р.В.
д-р техн. наук, професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація

Герметичність ущільнення свердловинного пакера визначається не середнім, а мінімальним рівнем контактного тиску вздовж довжини ущільнювального елемента, тому нерівномірність розподілу тиску є самостійною інженерною проблемою, відмінною від задачі підвищення його середнього рівня. Методом скінченно-елементного імітаційного моделювання (гіперпружна модель Муні–Рівліна) кількісно оцінено розподіл контактного тиску для базової конструкції ущільнювача з кільцевими виступами та для вдосконаленої конструкції зі зрізаними заокругленнями приторцевих ділянок виступів. Встановлено, що для базової конструкції коефіцієнт нерівномірності розподілу тиску Кн ≈ 142 (пік 14,05 МПа, мінімум 0,099 МПа вздовж контрольного перерізу). Зрізання заокруглень підвищує пікове значення тиску в 4,3 раза (до 60,42 МПа), проте мінімальний тиск у приторцевих зонах зростає лише на 26,6 % (до 0,125 МПа), а коефіцієнт нерівномірності зростає до Кн ≈ 485. Отримані результати доводять, що зростання пікового контактного тиску не тотожне поліпшенню герметизації в цілому і що вирівнювання розподілу тиску потребує окремих, цілеспрямованих конструктивних рішень.

Ключові слова: свердловинний пакер; ущільнювальний елемент; контактний тиск; нерівномірність розподілу тиску; скінченно-елементне моделювання; модель Муні–Рівліна.

Вступ

Надійність герметизації свердловинного пакера визначається не лише середнім рівнем контактного тиску в зоні «ущільнювач – експлуатаційна колона», а й характером його розподілу вздовж довжини ущільнювального елемента. Навіть за задовільного середнього тиску локальні ділянки зі зниженим тиском можуть стати каналом прориву робочого середовища, оскільки герметичність визначається найслабшою, а не найсильнішою ділянкою контакту.

У попередніх дослідженнях встановлено, що нанесення кільцевих виступів на зовнішню поверхню ущільнювача підвищує середній контактний тиск на 15–20 % за тих самих монтажних зусиль, однак розподіл тиску вздовж довжини ущільнювача при цьому залишається нерівномірним. Отже, задачі підвищення контактного тиску та вирівнювання його розподілу є різними, і розв’язання першої не гарантує розв’язання другої.

Мета та завдання дослідження

Метою роботи є кількісна оцінка методом скінченно-елементного моделювання розподілу контактного тиску вздовж довжини базової конструкції ущільнювача з кільцевими виступами та перевірка того, чи усуває цю нерівномірність локальна зміна форми контактної поверхні (зрізання заокруглень приторцевих ділянок виступів).

Об’єкт та методика дослідження

Об’єктом дослідження є ущільнення свердловинного пакера (рис. 1), в якому конус 1 жорстко закріплений на штоку 3, а манжети 4, 6, 8, розділені кільцями 5 та 7, стискаються в осьовому напрямку під дією переміщення конуса 9 і розтискаються радіально до контакту з обсадною колоною 2.

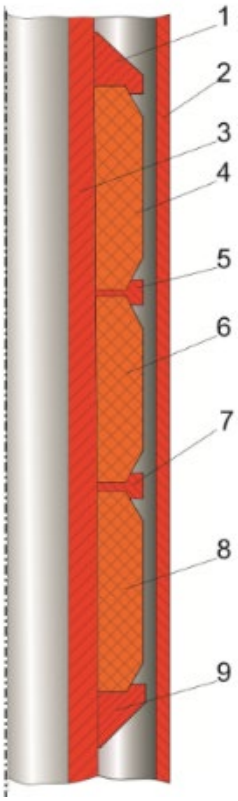


Рисунок 1 – Конструкція пакера: 1, 9 – конус; 2 – обсадна колона; 3 – шток; 4 – верхня ущільнювальна манжета; 5, 7 – кільце; 6 – середня ущільнювальна манжета; 8 – нижня ущільнювальна манжета

Поведінку гуми, з якої зазвичай виготовляють ущільнювальні манжети, описано двопараметричною гіперпружною моделлю Муні–Рівліна; розрахункова схема передбачає осьове переміщення рухомого конуса на 75 мм і наявність технологічних зазорів між кільцями, штоком і конусом.

Результати дослідження та їх обговорення

Для базової конструкції ущільнювача (з однорідними по довжині кільцевими виступами) методом імітаційного моделювання встановлено: максимальне еквівалентне напруження за Мізесом – 149,7 МПа, максимальна еквівалентна пружна деформація – 0,924 (92,4 %), максимальний контактний тиск у повному полі моделі – 74,73 МПа (рис. 2). Разом з тим уздовж контрольного перерізу пік контактного тиску становить лише 14,05 МПа, тоді як мінімальний тиск у приторцевих зонах – усього 0,099 МПа. Коефіцієнт нерівномірності розподілу тиску (відношення максимуму до мінімуму) Кн ≈ 142, що кількісно підтверджує наявність протяжних приторцевих ділянок зі значно ослабленою герметизацією.

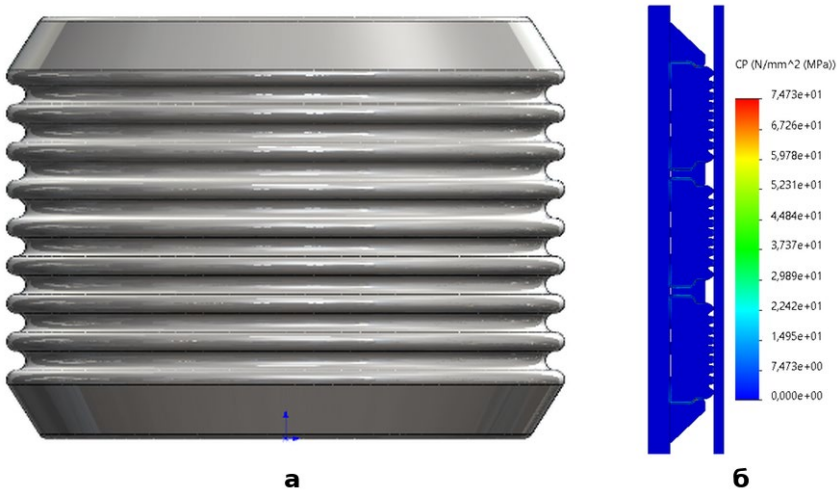


Рисунок 2 – Базова конструкція ущільнювача: а – модель (з кільцевими виступами); б – поле контактного тиску (CP, МПа)

З метою усунення виявленої нерівномірності контактного тиску досліджено вдосконалену конструкцію зі зрізаними заокругленнями приторцевих ділянок кільцевих виступів (рис. 3). Встановлено, що така зміна форми підвищує максимальний контактний тиск із 74,73 до 146,4 МПа (у повному полі) та з 14,05 до 60,42 МПа (у 4,3 раза вздовж контрольного перерізу), а максимальна еквівалентна пружна деформація знижується з 0,924 до 0,571 (на 38,2 %), тобто матеріал у зоні максимального контакту працює в менш напруженому стані. Водночас мінімальний тиск у приторцевих ділянках зростає лише з 0,099 до 0,125 МПа (на 26,6 %) і залишається на рівні часток мегапаскаля, а коефіцієнт нерівномірності Кн, навпаки, зростає з ≈142 до ≈485.

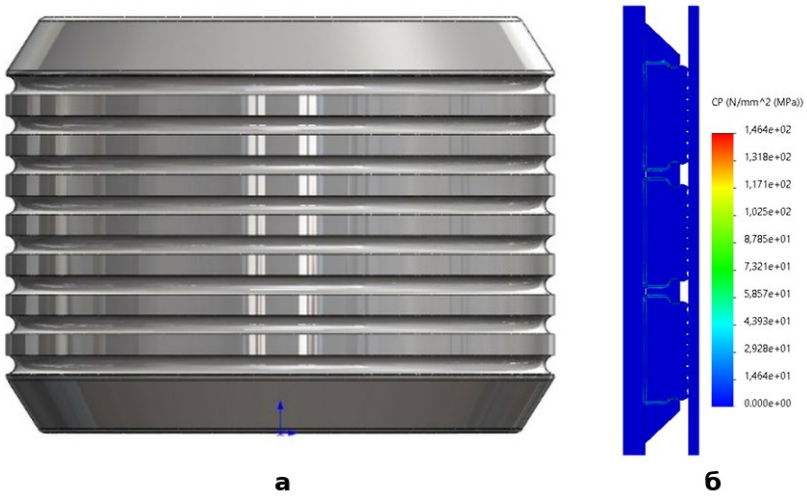


Рисунок 3 – Вдосконалена конструкція ущільнювача (профіль кільцевих виступів зі зрізаними заокругленнями приторцевих ділянок): а – модель; б – поле контактного тиску (CP, МПа)

Отриманий результат доводить, що зростання максимального (пікового) контактного тиску не є ознакою поліпшення герметизації в цілому: зрізання заокруглень перерозподіляє навантаження на користь центральних виступів, ще більше «оголюючи» приторцеві зони. Це підтверджує сформульовану гіпотезу про те, що задачі підвищення рівня контактного тиску та вирівнювання його розподілу вздовж ущільнювача є принципово різними і потребують окремих, цілеспрямованих конструктивних рішень, а не суцільної зміни профілю кільцевих виступів.

Висновки

Методом імітаційного моделювання кількісно підтверджено, що базова конструкція ущільнювача пакера з однорідними кільцевими виступами має суттєво нерівномірний розподіл контактного тиску вздовж довжини (Кн ≈ 142) з протяжними приторцевими зонами зниженої герметизації. Локальна зміна форми виступів (зрізання заокруглень приторцевих ділянок) підвищує пікове значення контактного тиску в 4,3 раза, проте одночасно посилює нерівномірність його розподілу (Кн зростає до ≈485), не вирішуючи проблему недостатньої герметизації приторцевих зон. Отже, підвищення нерівномірності розподілу контактного тиску є самостійним інженерним завданням, розв’язання якого потребує принципово інших конструктивних підходів – зокрема переходу від дискретного кільцевого профілю до плавної форми зовнішньої контактної поверхні ущільнювального елемента, що є перспективним напрямом подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Рачкевич Р.В., Шкіца Л.Й., Фафлей І.Я., Матвієнків О.М., Миндюк В.Д., Ковтун В.М. Удосконалення та дослідження ущільнення пакувальних свердловин. Прикарпатський вісник наукового товариства ім. Шевченка. 2025. № 21(79). С. 447–456. DOI: 10.31471/2304-7399-2025-21(79)-447-456.

2. Dorokhov M., Kostriba I., Biletskyi V. Experimental research on the sealing ability of borehole packers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 4, № 8(82). P. 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.74831.
3. Дорохов М.А., Костриба І.В. Комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану ущільнення свердловинних пакерів. Нафтогазова інженерія. 2016. С. 103–109.
4. Zheng C., Zheng X., Qin J., Liu P., Aibaibu A., Liu Y. Nonlinear finite element analysis on the sealing performance of rubber packer for hydraulic fracturing. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2021. Vol. 85. 103711. DOI: 10.1016/j.jngse.2020.103711.
5. Mooney M. A theory of large elastic deformation. Journal of Applied Physics. 1940. Vol. 11(9). P. 582–592.

Section: Veterinary Medicine

DOI 10.70286/EOSS-21.09.2026.015.328-330

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ 4-((3,4-ДИМЕТОКСИБЕНЗИЛІДЕН)АМІНО)-5-(2-ФЛУОРОФЕНІЛ)-4Н-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТІОЛУ – ДІЮЧОЇ РЕЧОВИНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРОТИГРИБКОВОГО КРЕМУ «VM-1 14%»

Мартинишин Володимир Петрович
доктор філософії (PhD), доцент
Кафедра готельно-ресторанної справи та туризму
Заклад вищої освіти «Львівський університет бізнесу та права», Україна

Анотація. Спектрофотометричні методи аналізу належать до найбільш поширених та затребуваних інструментальних методів у фармацевтичній, хімічній, біотехнологічній та медичній практиці [1]. Їх актуальність обумовлена необхідністю швидкого, точного та економічно доступного визначення біологічно активних сполук (БАС) на всіх етапах розробки, стандартизації та контролю якості лікарських засобів [2]. Зростання кількості нових синтетичних і природних біологічно активних речовин потребує впровадження аналітичних методик, які забезпечують високу чутливість, селективність та відтворюваність результатів. Спектрофотометрія успішно відповідає цим вимогам завдяки можливості кількісного визначення речовин за їх здатністю поглинати електромагнітне випромінювання в ультрафіолетовій та видимій областях спектра [3]. Метод дозволяє проводити аналіз як індивідуальних сполук, так і багатокомпонентних систем після відповідної пробопідготовки або утворення забарвлених комплексів.

Особливого значення спектрофотометричні методи набувають у фармацевтичному аналізі, де вони широко використовуються для стандартизації активних фармацевтичних інгредієнтів (АФІ), визначення домішок, дослідження стабільності лікарських речовин та контролю якості готових лікарських форм [4]. Порівняно з хроматографічними методами спектрофотометрія характеризується меншою вартістю обладнання, простотою виконання аналізу та можливістю оперативного отримання результатів, що робить її особливо цінною для рутинного лабораторного контролю [5].

Ключові слова: похідні 1,2,4-триазолу, спектрофотометричні методи, кількісне визначення, протигрибковий крем, аналітичні методи.

Введення. Створення нових лікарських форм завжди обумовлене великою кількістю доформуляційних досліджень пов’язаних із вивченням фізико-хімічних властивостей діючої речовини. Враховуючи те, що до

експериментального крему «VM-1 14%» входить нова хімічна субстанція з S-похідних 1,2,4-триазолу виникла необхідність провести спектрофотометричне визначення сполуки, яка входить до складу досліджуваного препарату.

Мета та задачі дослідження. Провести спектрофотометричне визначення 4-((3,4-диметоксибензиліден)аміно)-5-(2-флуорофеніл)-4H-1,2,4-триазол-3-тіолу для встановлення основних аналітичних констант субстанції.

Результати дослідження і їх обговорення. Об'єктом дослідження була субстанція 4-((3,4-диметоксибензиліден)аміно)-5-(2-флуорофеніл)-4H-1,2,4-триазол-3-тіолу. Для проведення спектрофотометричних досліджень використовували робочий стандартний зразок сполуки з підтвердженою структурою та встановленим вмістом основної речовини. Спектрофотометричні вимірювання виконували на УФ-видимому спектрофотометрі з кварцовими кюветами товщиною оптичного шару 10 мм. Для приготування розчинів використовували метанол кваліфікації «х.ч.», а також очищену воду, що відповідала вимогам Державної фармакопеї України.

Точну наважку досліджуваної речовини масою близько 0,0100 г переносили в мірну колбу місткістю 100,0 мл, розчиняли у відповідному розчиннику та доводили об'єм до позначки тим самим розчинником. Отриманий вихідний розчин додатково розводили до концентрацій, необхідних для спектрофотометричного аналізу. Попередньо проводили дослідження електронних спектрів поглинання сполуки в ультрафіолетовій області спектра в діапазоні 200–400 нм з метою встановлення аналітичної довжини хвилі. Як розчин порівняння використовували відповідний розчинник. За результатами спектрального сканування визначали максимум поглинання (λmax), який використовували для подальших кількісних визначень.

Кількісний вміст 4-((3,4-диметоксибензиліден)аміно)-5-(2-флуорофеніл)-4H-1,2,4-триазол-3-тіолу визначали методом прямої спектрофотометрії за величиною оптичної густини розчинів при встановленій аналітичній довжині хвилі. Розрахунок концентрації здійснювали відповідно до закону Бугера–Ламберта–Бера шляхом побудови градуювального графіка або методом стандарту. Для оцінки лінійності методики готували серію модельних розчинів у діапазоні концентрацій, що охоплював 80–120 % від номінальної концентрації. Для кожного розчину визначали оптичну густину та будували калібрувальну залежність між концентрацією і величиною поглинання. Статистичну обробку результатів проводили з використанням методів регресійного аналізу. Валідацію розробленої методики виконували відповідно до вимог Державної фармакопеї України та рекомендацій ICH Q2(R2) за показниками специфічності, лінійності, правильності, прецизійності та робасності.

На першому етапі дослідження було вивчено спектральні характеристики 4-((3,4-диметоксибензиліден)аміно)-5-(2-флуорофеніл)-4H-1,2,4-триазол-3-тіолу в ультрафіолетовій області спектра. Аналіз електронного спектра поглинання досліджуваної сполуки показав наявність інтенсивної смуги поглинання, що обумовлена електронними переходами в ароматичній системі та азометиновому

фрагменті молекули. Встановлено чіткий максимум поглинання, який був обраний як аналітична довжина хвилі для подальших кількісних визначень.

Для оцінки можливості використання методу прямої спектрофотометрії було досліджено залежність між концентрацією розчину та величиною його оптичної густини. У досліджуваному діапазоні концентрацій спостерігалася лінійна залежність, що підтверджує виконання закону Бугера–Ламберта–Бера. Коефіцієнт кореляції калібрувального графіка наближався до одиниці, що свідчить про високу лінійність методу та можливість його застосування для кількісного аналізу досліджуваної речовини. У ході експерименту встановлено, що розчини сполуки залишалися стабільними протягом часу, необхідного для проведення аналізу. Значущих змін оптичної густини не спостерігалося, що підтверджує відсутність процесів деструкції або взаємодії речовини з розчинником за умов дослідження.

Висновки. Розроблено та апробовано спектрофотометричну методику кількісного визначення 4-((3,4-диметоксибензиліден)аміно)-5-(2-флуорофеніл)-4H-1,2,4-триазол-3-тіолу. Встановлено лінійну залежність між концентрацією речовини та оптичною густиною, що підтверджує придатність методу для кількісного аналізу. Методика характеризується простотою, точністю та відтворюваністю і може бути використана для контролю якості досліджуваної сполуки.

Список використаних джерел

1. Miedviedieva KP, Prytula RL, Shmatenko OP, Bushuieva IV, Parchenko VV, Kucherenko LI, Vasiuk SO. Express quantitative spectrophotometric determination of 2-(((3-(2-fluorophenyl)- 5-thio-4H-1,2,4-triazol-4-yl)imino)methyl)phenol as an active substance of a medicinal product for the treatment of mycoses. Zaporozhye Medical Journal [Internet]. 2024Feb.5 [cited 2026Jun.10];26(1):59-65. Available from: https://zmj.zsmu.edu.ua/article/view/291449
2. Borisenko, N. N., Medvedev, K. P., Vasyuk, S. A., Bushueva, I. V., & Parchenko, V. V. (2020). Quantitative determination of trifuzol in the 2.5% injection solution by spectrophotometric method. Farmatsevtychnyi Zhurnal, (1), 64–71. https://doi.org/10.32352/0367-3057.1.20.07
3. Borysenko N. M., Donchenko A. O., Bushuieva I. V., Parchenko V. V., Vasyuk S. O., Karpenko Yu. V., Kileyeva O. P. Spectrophotometric determination of 2-[5-(furan-2-yl)-4-phenyl-4n-1,2,4-triazol-3-ylthio]-1-(4-chlorophenylethanone). Research Journal of Pharmacy and Technology. 2026;19(1):51-5. https://doi.org/10.52711/0974-360X.2026.00008
4. Klosova KH, Miedviedieva KP, Vasiuk SO, Bushuieva IV. Spectrophotometric determination of a substance trifusol in a veterinary suppository. Current issues in pharmacy and medicine: science and practice [Internet]. 2020Mar.10 [cited 2026Jun.10];13(1). Available from: https://pharmed.zsmu.edu.ua/article/view/198123
5. Загородній С. Л. Розробка спектрофотометричної методики визначення мебгідроліну в лікарських формах / С. Л. Загородній, С. О. Васюк // ScienceRise. - 2015. – Т. 12, № 4. - С. 33-38. https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.57217

Proceedings of the 5th International Scientific
and Practical Conference
"Scientific Research: Emerging Theories and Practical Breakthroughs"
September 21-23, 2026
Edinburgh, Scotland

Organizing committee may notagree with the authors'point of view.
Authors are responsible for the correctness of the papers' text.

Contact details of the organizing committee:
European Open Science Space
E-mail: info@eoss-conf.com
URL: https://www.eoss-conf.com/

EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE