

International Science Group

ISG-KONF.COM

IX International Scientific and Practical Conference «Knowledge synergy: an interdisciplinary approach to solving modern problems»

November 3–6, 2026
Tallinn, Estonia

ISBN - 979-8-90671-564-7
DOI – 10.46299/ISG.2026.2.9

KNOWLEDGE SYNERGY: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO SOLVING MODERN PROBLEMS

Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference

Tallinn, Estonia
November 3–6, 2026

UDC 01.1

The IX International scientific and practical conference “Knowledge synergy: an interdisciplinary approach to solving modern problems” (November 3–6, 2026) Tallinn, Estonia. International Science Group. 2026. 334 p.

ISBN – 979-8-90671-564-7
DOI – 10.46299/ISG.2026.2.9

EDITORIAL BOARD

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

TABLE OF CONTENTS

AGRICULTURAL ENGINEERING		
1.	Корчак М.М. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОДНОРІЧНИХ ТРАВ ЗА ІНТЕНСИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ	12
AGRONOMY		
2.	Zailasheva A., Khassanova G. PHENOLOGICAL, AGRONOMIC AND SEED QUALITY TRAITS IN PEA (PISUM SATIVUM L.): THEIR IMPORTANCE FOR BREEDING	18
ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING		
3.	Красний Е.К. ВІЗУАЛЬНО-КОМПОЗИЦІЙНІ ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО СПРИЙНЯТТЯ ІНТЕР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ	21
4.	Черноморець Т.Д. ТРАНСПОРТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ДЕВЕЛОПМЕНТ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОСТОРОВО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ	26
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
5.	Білозерський В.О., Немшилов Ю.О. ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМ ОМНІСПРЯМОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ З АЛГОРИТМІЧНОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ НЕЛІНІЙНОСТЕЙ ПРИВОДІВ	31
AVIATION AND SPACE TECHNOLOGY		
6.	Kalkamanov S., Kozak V., Miroshnichenko S. INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE DEVELOPMENT OF NEXT-GENERATION UNMANNED AERIAL VEHICLES	34
BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY		
7.	Скрипник С.В., Закалюкіна І.Ю., Артеменко Т. МУРАХИ LASIUS NIGER ЯК БІОЛОГІЧНИЙ СЕНСОР: МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ХЕМОТАКСИЧНИХ РЕАКЦІЙ НА ЗАПАХОВІ СТИМУЛИ	39

8.	Скрипник С.В. ВІД ОПТИКИ РОСЛИННОГО ЛИСТКА ДО ОПТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ КРОВІ: ВНЕСОК С. Г. ГУМІНЕЦЬКОГО У РОЗВИТОК БІОМЕДИЧНОЇ ОПТИКИ В УКРАЇНІ	48
	CHEMISTRY	
9.	Azizova Z.Y., Guliyeva M.E., Nagiyev K.J. DIGITAL CHEMISTRY EDUCATION AND INTERDISCIPLINARY INTEGRATION: THEORETICAL ASPECTS OF THE PTABLE PLATFORM	54
10.	Klimko Y. SYNTHESIS OF ADAMANTYLCONTAINING 3-OXOTETRAHYDROISOQUINOLINES USING AMIDOALKYLATING REAGENTS	58
	COMPUTER SCIENCE	
11.	Арсенюк І.Р., Трегуб А.К. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СЕГМЕНТАЦІЇ УРАЖЕНЬ ШКІРИ НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ AE-UNET++	60
12.	Крест Я.І.О., Катков Ю.І. ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ ПІДСИСТЕМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ (RC-МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОЇ ДИНАМІКИ, АКУМУЛЯТОР, ОСВІТЛЕННЯ) ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕАЛЬНИХ ДАНИХ	65
13.	Олійник О.Р., Вовк О.Б. КЛАСИФІКАЦІЇ АНТИЧНИХ МОНЕТ ТА ПОЯСНЮВАНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ І СИСТЕМ-АНАЛОГІВ	75
14.	Павлів А.В., Басистюк О.А. СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАХВОРЮВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ІЗ ЕЛЕМЕНТАМИ ПОЯСНЮВАНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	79
	CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING	
15.	Кавердій В.Ю., Тіщенко М.М. ВПЛИВ ШВИДКОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ КРУЧЕННІ: АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗРАХУНКУ	84

16.	Тіщенко М.М., Кавердій В.Ю. ЖОРСТКІСТЬ ТА МІЦНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАВРОВОГО ПЕРЕРІЗУ З НОРМАЛЬНИМИ ТРІЩИНАМИ ПРИ ЗГИНІ З КРУЧЕННЯМ: АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ	90
	ECONOMICS	
17.	Мельничук О.П. ІННОВАЦІЙНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛОГІСТИЧНО-ТОРГОВЕЛЬНИХ ХАБІВ ЄС	96
	EDUCATION	
18.	Leshchenko O. CRITICAL THINKING AS AN ESSENTIAL COMPONENT OF FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE: METHODOLOGICAL APPROACHES AND TEACHING PRACTICES	101
19.	Shtanyuk O. CREATING A SUPPORTIVE LEARNING ENVIRONMENT: THE IMPACT OF NON-CONSTRUCTIVE FEEDBACK ON STUDENT MOTIVATION AND LEARNING EFFECTIVENESS	106
20.	Козій О.М. МИСТЕЦТВО ЯК ПРОСТІР ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА КУЛЬТУРНОЇ САМОІДЕНТИФІКАЦІЇ УЧНІВ: МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ШКОЛІ	110
21.	Кудикіна Н.В., Романенко Л.В., Подлєсная В.М. ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ УМІННЯ ДІТЕЙ СПОСТЕРІГАТИ ЗА ОБ'ЄКТАМИ ПРИРОДИ	113
22.	Мокляк С., Петрушова Н. КОМПЕТЕНТНІСНА ПАРАДИГМА КОНСТРУЮВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ	121
23.	Мосійчук О.Р., Михальчук М.В., Мислінчук В.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ХВИЛЬОВИХ ЯВИЩ В АСТРОФІЗИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДКРИТИХ БАЗ ДАНИХ	126
24.	Олефір Н.В. ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА В УМОВАХ НОРМАТИВНИХ ЗМІН: НОВІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	131

25.	Ракітянська Л.М. ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ПОКАЗНИК ЗМІНИ ОСВІТНІХ ПРІОРИТЕТІВ В УКРАЇНІ	135
26.	Сидоренко Н.І., Заверуха Л.О. РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ ТА МОВЛЕННЯ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ МЕДІАПРИЙОМІВ	137
27.	Ситнік Т.І., Чубенко В.А. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ОСОБИСТІСНИХ УМОВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ СТУДЕНТІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ	140
28.	Столбецька С.Б. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД У ВИКЛАДАННІ ГРАМАТИКИ ФРАНЦУЗЬКОЇ МОВИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ-АГРАРІЇВ	144
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES		
29.	Рожко С.Є. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАСООБМІНУ ПІД ЧАС СУШІННЯ ГРАНУЛ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД У ВИХРОВІЙ КАМЕРІ ЗІ ЗУСТРІЧНИМ ЗАКРУЧУВАННЯМ ПОТОКІВ	148
FOOD TECHNOLOGIES		
30.	Бондар Б.С., Нємиріч О.В. СТАБІЛЬНІСТЬ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ СУХИХ КОМПОЗИТНИХ ПРОТЕЇНОВО-ВІТАМІННИХ СУМІШЕЙ	154
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES		
31.	Smolinskyy V., Smolinska S. FROM DATA TO DEFENSIBLE CHOICES: A TRACEABLE IT ARCHITECTURE FOR DECISION SUPPORT UNDER UNCERTAINTY	159
32.	Марківський Я.Ю., Басюк Т.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ НА РАННІХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКТУ	164

33.	Машков В.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ПОТОКІВ ДАНИХ В УМОВАХ ДРЕЙФУ КОНЦЕПЦІЙ І ПОЯВИ НОВИХ КЛАСІВ	168
34.	Савицький Д.П., Басюк Т.М. ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ФІТНЕС ТА ДІЄТИЧНИМИ ПРОГРАМАМИ З ТРЕКЕРОМ КАЛОРІЙ І КОНСУЛЬТАЦІЙНОЮ ПІДТРИМКОЮ	171
35.	Терещенко К.В., Терещенко Т.П., Черниш Ю.О. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКОВОГО ШИФРУВАННЯ НА ОСНОВІ РЕГІСТРА ЗСУВУ З ЛІНІЙНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ	176
	LAW	
36.	Дудик І.М. УСУНЕННЯ НАСЛІДКІВ ЗЛОВЖИВАННЯ МОНОПОЛЬНИМ (ДОМІНУЮЧИМ) СТАНОВИЩЕМ НА РИНКУ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СПОСІБ ЗАХИСТУ ІНТЕРЕСІВ СПОЖИВАЧІВ	182
37.	Жолтікова Є.В. ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ DAC8 ТА TRAVEL RULE В УКРАЇНІ: ПОДАТКОВА ПРОЗОРІСТЬ ОПЕРАЦІЙ З КРИПТОАКТИВАМИ	186
38.	Парасюк В.М., Ходоровська Х.В. ОСОБИСТІ НЕМАЙНОВІ ПРАВА ФІЗИЧНИХ ОСІБ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ЗАХИСТУ	189
	MANAGEMENT	
39.	Kuatbayev Y.M., Rashidova S. ORGANIZATION OF HIGHLY SPECIALIZED MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH ACUTE AORTIC SYNDROME: SYSTEMIC MANAGEMENT, REGIONALIZATION, AND REFERRAL IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	193
40.	Mishchenko I., Mikhailovsky A. MODERNIZING THE ORGANIZATIONAL FRAMEWORK OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY: CHALLENGES AND DEVELOPMENT PATHS	198

41.	Чала Х.М., Ігнатюк В.В. ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	202
	MARKETING	
42.	Ігошин М.М., Ігошин А.М. СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МАРКЕТИНГ ЕКОЛОГІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	206
	MECHANICAL ENGINEERING	
43.	Babanova O., Boyko Y., Shevchenko A. COMPARATIVE STUDIES OF THE DURABILITY OF MODERN CARBIDE END MILLS	209
44.	Dolomakin Y., Babanova O. MODELING THE GEL MIXING PROCESS	216
	MEDICINE	
45.	Коробко Ю.Є., Шевчук В.О., Сульжик В.М., Листровий А.О., Ковальчук К.В. НОВІ РОБОТИЗОВАНІ ПЛАТФОРМИ В ДИТЯЧІЙ ХІРУРГІЇ: ПЕРІОПЕРАЦІЙНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ	222
46.	Святець Ю.О., Георгієва В.Д., Фадєєв О.Г., Веснін В.В. ЗАСТОСУВАННЯ PRP-ТЕРАПІЇ У СТИМУЛЯЦІЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ	225
47.	Скороходова Н. ТУБЕРКУЛЬОЗ ТА РОЗЛАДИ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВЖИВАННЯМ АЛКОГОЛЮ	230
48.	Шаповалов М.С. РОБОТ-АСИСТОВАНА НЕФРЕКТОМІЯ ПРИ КСАНТОГРАНУЛЕМАТОЗНОМУ ПІЄЛОНЕФРИТІ ТА ПІОНЕФРОЗІ: ХІРУРГІЧНА ТЕХНІКА В УМОВАХ ВАЖКОГО РУБЦЕВО-ЗАПАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	232
49.	Яремчук В.М., Черненко Л.М. ГОЛОВНИЙ БІЛЬ У ДІТЕЙ: ОЗНАКИ НЕБЕЗПЕКИ ТА АЛГОРИТМИ ОБСТЕЖЕННЯ	240

MINING AND OIL AND GAS TECHNOLOGIES		
50.	Rastsvietaiev V., Yavorska V., Yashyn D., Koroviaka M. MODELING THE FORMATION AND ACCUMULATION OF DEPOSITS AND OPTIMIZING SYSTEMS FOR THEIR REMOVAL IN MAIN PIPELINES	243
PHILOLOGY		
51.	Kravchenia D., Sorochan O. METHODS OF TRANSLATING AND LOCALIZING PROPER NAMES IN ANIMATED FILMS: THE CASE OF “CARS” (2006)	249
52.	Піхтовнікова Л.С., Шишканова Н.М. МЕТАФОРИ ТА ЕПІТЕТИ ЯК ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ХУДОЖНІХ ОБРАЗІВ У РОМАНІ ГЕРИ ЛІНД "DIE ERFOLGSMASCHE"	253
53.	Сеньків С.С., Якимів І.В. ФРАЗЕОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ІЗ КОМПОНЕНТОМ „ПРИЙМЕННИК” ЯК ДИДАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФРАЗЕОЛОГІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	258
54.	Сеньків С.С., Цимбаляк К.В. ФРАЗЕОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ІЗ КОМПОНЕНТОМ „ЧИСЛІВНИК” ЯК ДИДАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФРАЗЕОЛОГІЇ У СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ШКОЛІ (НА МАТЕРІАЛІ ФРАЗЕОЛОГІЧИХ СЛОВНИКІВ)	266
55.	Слободянюк К.М. ОСОБЛИВОСТІ МІФОЛОГІЧНО-ФОЛЬКЛОРНИХ ПРЕЦЕДЕНТНИХ ФЕНОМЕНІВ У ТЕКСТАХ СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО ФЕНТЕЗІ	272
56.	Торчинська Н.М., Торчинський М.М. РОЛЬ ПУНКТУАЦІЇ В СУЧАСНОМУ ДИСКУРСІ: НОРМА, ПРАГМАТИКА ТА ЦИФРОВА КОМУНІКАЦІЯ	278
PHILOSOPHY		
57.	Мартиненко О.П. ПАРАДОКС БЕЗЦІННОГО: МЕЖІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗУМІННЯ ЦІННОСТІ У ФІЛОСОФІЇ Ж. БОДРІЙЯРА	286

PHYSICAL CULTURE AND SPORTS		
58.	Nguyen Van Tuyen THE IMPORTANCE OF METHODS FOR DEVELOPING EXPLOSIVE POWER IN HAND STRIKES IN PEOPLE'S PUPLIC SECURITY AT FIRE AND RESCUE ACADEMY	289
59.	Лева А.Д., Демідова О.М. РОЛЬ ТРЕНЕРА У ФОРМУВАННІ ПОЗИТИВНОГО ЕМОЦІЙНОГО СТАВЛЕННЯ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ДО ЗАНЯТЬ ГІМНАСТИКОЮ	294
PSYCHOLOGY		
60.	Zelenin V. КОУЧИНГОВІ МЕТОДИ ЯК ПІДХІД ДО САМОРЕАЛІЗАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ В УМОВАХ КРИЗИ	299
61.	Лісовенко А.Ф., Сапко К.В. РОЛЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСОБИСТОСТІ У ВИБОРІ КОПІНГ-ПОВЕДІНКИ В УМОВАХ КРИЗИ	302
62.	Лісовенко А.Ф., Левченко Ю.М. СОЦІАЛЬНЕ ПОРІВНЯННЯ ТА ЗАЗДРОЩІ У КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ	305
63.	Лісовенко А.Ф., Дзинглюк М.В. ЕМОЦІЙНІ СТАНИ ЯК ЧИННИК СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ	309
64.	Лісовенко А.Ф., Кіосе М.П. РОЛЬ ДИТЯЧО-БАТЬКІВСЬКИХ ВЗАЄМИН У ФОРМУВАННІ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ОСОБИСТОСТІ	313
SOCIOLOGY		
65.	Пономаренко В.Є. ОРГАНІЗАЦІЙНІ УМОВИ ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ КЕРІВНИКІВ НАДАВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ: СОЦІОЛОГІЧНИЙ ВИМІР	317

SOFTWARE ENGINEERING		
66.	Кліменко Я.К. ДЕКЛАРАТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТЯМИ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ МІКРОФРОНТЕНД-СИСТЕМ	321
TOURISM AND RECREATION		
67.	Buntova N., Meten'kanych T., Siden D. ECONOMIC LEVERS FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTH AND RECREATIONAL TOURISM IN UKRAINE	326
VETERINARY MEDICINE		
68.	Корейба Л.В. АКУШЕРСЬКО-ГІНЕКОЛОГІЧНА ДИСПАНСЕРИЗАЦІЯ КРОЛИЦЬ	329

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОДНОРІЧНИХ ТРАВ ЗА ІНТЕНСИВНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Корчак Микола Миколайович
к.т.н., доцент
Заклад вищої освіти "Подільський державний університет"

Значне місце в системі кормовиробництва займають однорічні кормові трави. Їх використовують на зелений корм, сіно, сінаж, силос, корми штучного сушіння. З родини бобових найбільш поширені вика яра та озима, кормовий горох (пелюшка), однорічні види конюшини, серадела, з родини тонконогових – суданська трава, могар, райграс однорічний, з родини капустяних – ріпак ярий та озимий, редька олійна, гірчиця біла. У районах недостатнього зволоження площі їх можуть збільшуватись внаслідок того, що вони можуть вегетувати навіть тоді, коли ріст багаторічних трав погіршується або взагалі припиняється. При високій агротехніці однорічні трави здатні сформувати два-три укоси і за кормовими якостями вони майже не поступаються багаторічним травам. За інтенсивністю наростання зеленої маси деякі однорічні трави переважають багаторічні (суданська трава, вико-овес, буркун, горох кормовий та ін). Однорічні трави незамінні в кормових сівозмінах та зайнятих парах кормових і польових сівозмін [1, 2].

Внаслідок короткого вегетаційного періоду, однорічні трави широко використовують як проміжні культури, висівають в різні строки і тривалий час забезпечують тварин зеленим кормом. Поєднуючи в травосумішках суданську траву, яка характеризується повільним ростом і тіньовитривалістю, з викою і вівсом, можна за перший укіс одержати зелену масу, яка складається з вики і вівса, а за другий і наступні укоси – із суданської трави.

Технологія вирощування однорічних трав. Вику яру на сіно і зелений корм розміщують у зайнятому пару після картоплі, кукурудзи й цукрових буряків. При вирощуванні на насіння її розміщують після озимих, просапних або ярих зернових культур. Обробіток ґрунту такий же, як і під інші ярі зернові культури. Після стерньових попередників проводять лущення і оранку плугами з передплужниками на глибину 20-25 см. Навесні поле боронують і проводять передпосівну культивацію з одночасним боронуванням [3].

У паровому полі під вику вносять гній у дозі 20-25 т/га, що сприяє підвищенню врожайності вико-вівсяної суміші на 30-40%. Вика також добре реагує на внесення фосфорно-калійних добрив (Р60К45). При сівбі в рядки вносять гранульований суперфосфат. З мікроелементів найбільше значення мають молібден і бор.

При вирощуванні вики на насіння й сіно сівбу проводять одночасно з ранніми ярими культурами. На зелений корм у суміші з вівсом та іншими культурами її висівають у кілька строків з проміжками 15-20 днів.

Сіють вику звичайним рядковим способом з нормою висіву при вирощуванні в суміші з вівсом на сіно й зелений корм 100-120 кг/га (вівса 50-75 кг), на насіння з нормою висіву 120-160 кг/га (глибина 3-4 см).

Збирають вику на зелений корм і сіно в період цвітіння і утворення нижніх бобів, а на сінаж і силос – у фазі зелених бобів. На насіння вику збирають при побурінні нижніх бобів роздільним способом.

Вику озиму на зелений корм у суміші з житом і озимою пшеницею висівають у зайнятому пару або післяжнивно після збирання озимих зернових культур. При вирощуванні на насіння її краще розміщувати в кормовій сівозміні, висіваючи в суміші з житом, озимою пшеницею або в чистому вигляді. Обробіток ґрунту такий самий як під жито чи озиму пшеницю [3].

Вика озима добре реагує на внесення органічних і мінеральних добрив. При внесенні 25-30 т/га органічних і фосфорно-калійних добрив (Р45К45) урожай значно підвищується. При весняних підживленнях крім фосфорно-калійних вносять і до 20 кг/га азотних добрив.

Слід відмітити, що при сівбі вики восени в суміші з житом, пшеницею, тритікале їх висівають роздільно. Вику висівають за 12-15 днів до оптимального строку сівби озимих зернових культур. Потім по сходах вики впоперек рядків висівають озимі зернові. Роздільна сівба сприяє кращому розвитку рослин вики озимої і успішній її перезимівлі. Норма висіву вики озимої 50-60 кг/га, жита, пшениці, тритікале – 60-80 кг/га. Спосіб сівби звичайний рядковий, глибина загортання насіння 3-4 см.

Вико-злакові суміші на зелений корм і сіно збирають у фазу виходу в трубку злакового компонента. При запізненні з оптимальним строком збирання рослини пшениці і жита грубішають і погано поїдаються тваринами. На насіння вику озиму збирають у період достигання на рослинах нижніх і середніх бобів.

Оскільки період достигання вики розтягнутий, краще її збирати на насіння роздільним способом.

Кормовий горох у польовій сівозміні висівають у паровому полі як парозаймаючу культуру після просапних і зернових культур. У кормових сівозмінах його вирощують у чистих і змішаних посівах з вівсом. Вирощують кормовий горох також як післяжнивну культуру [3].

Підготовка ґрунту під кормовий горох така сама, як і під посівний.

Кормовий горох добре реагує на органічні і мінеральні добрива. Безпосередньо під горох вносять фосфорно-калійні добрива (по 45-60 кг/га фосфору і калію).

Кислі ґрунти слід вапнувати. На зелений корм кормовий горох висівають у суміші з вівсом. Норма висіву 180-220 кг/га насіння гороху і 65-70 кг/га вівса.

При вирощуванні на зелений корм і сіно кормовий горох сіють у 2-3 строки з інтервалом 15-20 днів. Глибина загортання насіння 3-4 см. Горох на зелений корм збирають у період цвітіння, на сіно – у фазі наливання бобів, на зерно – у восковій стиглості насіння в бобах нижнього і середнього ярусу.

Середелу вирощують як парозаймальну культуру або підсівають під покрив озимих чи ярих культур. Обробіток ґрунту такий же, як під ярі зернові культури.

На піщаних ґрунтах значний приріст урожаю одержують від застосування калійних і фосфорних добрив у дозі 45-60 кг/га д.р. [3].

На зелений корм і сіно середелу сіють звичайним рядковим способом з нормою висіву 40-45 кг/га, а на насіння – широкорядним способом (45 см) з нормою висіву 15-20 кг/га. Глибина загортання насіння 2-3 см. Збирають середелу у період масового цвітіння. Скошувати середелу треба на висоті зрізу не менше 5 см. За низького зрізу серадела погано відростає. Отаву скошують через 60-70 днів після першого укосу. На насіння середелу збирають роздільним способом при побурінні нижніх бобів.

Суданську траву в сівозміні розміщують після зернобобових, озимих зернових культур, кукурудзи, багаторічних трав. Після стерньових попередників проводять лущення стерні на глибину 4-5 см і оранку на 21-22 см, на чорноземах – на 24-25 см. Навесні поле боронують і 2-3 рази культивують, перед сівбою коткують. Суданська трава позитивно реагує на внесення добрив. Органічні добрива вносять під попередники, а під суданську траву – мінеральні добрива в дозах: N – 45-50 кг/га, P2O5 – 30-45 кг/га, K2O – 30-40 кг/га.

Спосіб сівби суданської трави при вирощуванні на зелений корм рядковий, на насіння – широкорядний. Норма висіву за рядкової сівби 25-30 кг/га, за широкорядної – 10-15 кг/га. Глибина загортання насіння 3-4 см, а на легких ґрунтах – до 6-8 см. Після сівби поле коткують. Догляд за посівами включає руйнування кірки, боротьбу з бур'янами, на широкорядних посівах міжрядні розпушення.

На зелений корм і сіно суданську траву починають збирати в кінці фази виходу в трубку – початку викидання волотей. Скошують на висоті 6-7 см. За більш низького скошування затримується відростання отави і зменшується врожайність зеленої маси. Другий і третій укоси проводять через 27-30 днів [3].

Могар у сівозміні розміщують після ярих зернових культур на ґрунтах чистих від бур'янів. Обробіток ґрунту аналогічний обробітку під суданську траву. Перед сівбою могару вносять 60 кг/га азоту і по 45 кг/га фосфору і калію. Могар – пізня яра культура. Сіють його одночасно з кукурудзою. Спосіб сівби рядковий. Норма висіву 6-8 млн. шт. схожих насінин на 1 га (20 кг/га). Глибина загортання насіння 3-4 см з обов'язковим одночасним коткуванням і боронуванням. В системі догляду за посівами проводять один-два до- і один-два післясходових боронування проти мишію і плоскухи.

Скошують на сіно у період викидання суцвіть. Висота скошування 7-8 см. За висоти скошування 4-5 см могар не відростає.

Райграс однорічний вирощують у кормових і польових сівозмінах. Використовують як покривну культуру для багаторічних трав, а також як парозаймальну і післяжнивну культуру. Вирощують його після озимих, ярих зернових і просапних культур. Обробіток ґрунту проводять як і для інших культур ранніх строків сівби.

Вирощують райграс однорічний в одновидових і змішаних посівах з однорічними бобовими культурами. Сіють райграс одночасно з ранніми ярими культурами рядковим способом з нормою висіву 25-30 кг/га. Насіння загортають

на глибину до 2 см. У суміші з райграсом однорічним висівають по 100-120 кг/га вики ярої або 120-150 кг/га чини посівної. Якщо райграс висівають як покривну культуру багаторічних трав, норма висіву його зменшується до 15-18 кг/га.

Скошують райграс однорічний на сіно в період колосіння-початок цвітіння на висоті зрізу 6-8 см. Другий укіс проводять через 30-35 днів після першого, третій – через 40-45 днів після другого.

Озимі капустяні (ріпак, суріпицю) у кормовій сівозміні розміщають після кукурудзи і ранніх ярих і сіють після поверхневого обробітку. Капустяні добре реагують на удобрення. Внесення достатніх доз азоту на фосфорно-калійному фоні значно підвищує врожайність зеленої маси [3].

Оптимальні строки сівби озимих капустяних (озимий ріпак, суріпиця) – перша-друга декади серпня. Для якісної перезимівлі вони повинні мати 6-8 листків у прикореневій розетці.

Прийоми вирощування ярих капустяних близькі до прийомів вирощування ярих зернових. Кращими попередниками для них є озимі і просапні культури. Обробіток ґрунту звичайний, як для ярих культур, але він повинен бути ретельнішим, так як капустяні культури дрібнонасіннєві і виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту. Ярі капустяні холодостійкі рослини, переносять короткочасні заморозки до мінус 3-5оС, тому висівають їх одночасно з ранніми зерновими культурами. Крім того, ранні посіви менше пошкоджуються хрестоцвітною блішкою. Насіння перед сівбою треба обробляти отрутохімікатами. Оброблене насіння дає сходи, які протягом перших 5-7 днів є отруйними і не пошкоджуються комахами. Сівбу на зелений корм можна проводити в два-три строки. Кращим строком сівби поукісних і пожнивних посівів є перша половина липня. Спосіб сівби рядковий, зерновими сівалками, з нормою висіву 2-3 млн. схожого насіння на 1 га. Насіння загортають в ґрунт не глибше 2-3 см. Для більш рівномірного розподілу насіння його змішують з подрібненим торфом або тирсою. До сівби і після ґрунт необхідно прикочувати.

Догляд за посівами капустяних полягає в боротьбі зі шкідниками. Збирання капустяних на зелений корм проводять у фазі масового цвітіння.

Висновки. Отже, для правильного вирощування однорічних трав потрібно дотримуватися агротехнічних вимог та враховувати особливості їх вирощування [4-12].

Список літератури

1. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

2. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. 262 с.

3. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка. Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273 с.

4. Victor Sheichenko, Ihor Marynchenko, Ihor Dudnikov, and Mykola Korchak. (2019). Development of technology for the hemp stalks preparation / Independent Journal of Management and Production // State agrarian and engineering university in Podilia. V. 10, № 7, pp. 687 – 701. (ISSN: 2236-269X).

http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/913

5. M. Korchak, S. Yermakov, V. Maisus, S. Oleksiyko, V. Pukas and I. Zavadskaya. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. E3S Web of Conferences. Krynica, Poland. 6th International Conference – Renewable Energy Sources. Volume 154 (2020). (ISSN: 2267-1242).

https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009

6. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Taras Hutsol, Lesya Burko, and Weronika Tulej. Features of weediness of the field by root residues of corn // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference. Rezekne, Latvia (2021), Volume 1, pp. 122 – 126. https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6541

7. Korchak, M., Bliznjuk, O., Nekrasov, S., Gavrish, T., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Kostyrkin, O., Semenov, E., and Saveliev, D. (2022). Development of rational technology for sodium glyceroxide obtaining. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 5, № 6 (119), pp. 15 – 21.

https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265087

8. Korchak, M., Bragin, O., Petrova, O., Shevchuk, N., Strikha, L., Stankevych, S., Svishchova, Ya., Khimenko, N., Filenko, O., and Petukhova, O. (2022). Development of transesterification model for safe technology of chemical modification of oxidized fats. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Volume 6, № 6 (120), pp. 8 – 13. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266931

9. Yermakov S., Korchak M., Duhanets V., Pukas V., and Vusatyi M. (2024). Rationale for the combined cultivator design for cultivating soil littered with plant remains of rough-stemmed crops. Environment. Technology. Resources. 15th International Scientific and Practical Conference. June 27-28, 2024, "Vasil Levski" National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria.

https://doi.org/10.17770/etr2024vol1.7959

10. Mykola Korchak, Anatolii Shostia, Svitlana Usenko, Liudmyla Floka, Nadiia Hnitii, Liubov Morozova, Vita Glavatchuk, Larysa Marushko, Serhii Nekrasov, and Roman Mylostyvyi. (2024). Determination of rational parameters of chemical transesterification technology of sunflower oil. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Technology organic and inorganic substances, Volume 5, № 6(131), pp. 26 – 33. ISSN 1729-3774.

https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313095

11. C. Lu, S. Shevchenko, V. Geichuk, M. Korchak, and A. Topalov. (2024). Research on Improving Seals to Suppress Vibration of Rotary Machines", C. R. Acad. Bulg. Sci., Vol. 77, no. 6, pp. 881–891, Jun. 2024.

https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.06.11

12. W. Hui, S. Shevchenko, M. Korchak, A. Lesko, A. Monakhov, Yu. Halynkin, and O. Gerasin. (2025). A Study of Mechanical Seal Rings Thermal and Force Deformations in Energy Rotor Machines. C. R. Acad. Bulg. Sci., vol. 78, no. 1, pp. 109–118, Jan. 2025. https://doi.org/10.7546/CRABS.2025.01.13

PHENOLOGICAL, AGRONOMIC AND SEED QUALITY TRAITS IN PEA (PISUM SATIVUM L.): THEIR IMPORTANCE FOR BREEDING

Zailasheva Aray,
PhD student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

Khassanova Gulmira
PhD, Senior Lecturer, Acting Associate Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research Universsity

Introduction. Pea *(Pisum sativum L.)* is an important cool-season legume crop cultivated for food and feed production. It is valued for its high nutritional quality, particularly its seed protein content, and its contribution to sustainable agricultural systems through symbiotic nitrogen fixation. The development of improved pea cultivars requires the evaluation of several groups of traits, including phenological characteristics, agronomic performance and seed quality. These characteristics are important not only individually but also in combination, as they provide a more comprehensive understanding of the genetic potential of different pea accessions [1-2].

Objective. The objective of this paper is to discuss the importance of integrating phenological, agronomic and seed quality traits in the characterization of pea *(Pisum sativum L.)* genetic resources and their application in breeding programmes.

Phenological and agronomic traits. Phenological traits include emergence, branching, budding, flowering, pod formation, seed filling and maturity. The timing of these developmental stages determines the duration of the growing season and can influence the adaptation of genotypes to particular environments. Flowering time in pea is controlled by genetic factors and influenced by environmental conditions, including temperature and photoperiod. Genetic variation in flowering and maturity provides opportunities to select genotypes suitable for different growing seasons [3-4].

Agronomic traits, including plant height, number of pods per plant and seed yield, are also important for evaluating pea accessions. Plant height is relevant to plant architecture and lodging susceptibility, while pod number and seed yield contribute to the assessment of productivity. Combining phenological observations with agronomic characteristics can help identify genotypes with desirable developmental patterns and productive potential. However, the expression of these traits may vary with environmental conditions, making it important to consider the conditions under which plants are evaluated [4-5].

Seed quality traits. In addition to productivity, the nutritional quality of pea seeds is an important breeding objective. Pea seeds contain protein, starch, dietary fibre and minerals. Protein quality depends not only on total protein concentration but also on

amino acid composition, digestibility and the relative abundance of different storage proteins [1-2].

The major storage proteins in pea seeds include globulins, particularly legumin (11S), vicilin (7S) and convicilin (8S), as well as albumins. These protein fractions differ in their biochemical properties and amino acid composition. Genetic variation in protein concentration and composition offers opportunities to identify accessions with desirable nutritional characteristics [2]. Other quality traits, such as starch content and antinutritional compounds, may also be considered when evaluating pea seeds for food and feed applications.

Integration of traits in pea breeding. The joint evaluation of phenological, agronomic and seed quality traits provides a broader basis for characterizing pea genetic resources. Phenological characteristics describe the timing of development, agronomic traits reflect plant architecture and productivity, and biochemical traits provide information about nutritional value. These groups of characteristics should be considered together when selecting breeding material.

For example, early maturity may be advantageous in regions with a limited growing season, but earliness alone does not guarantee high yield or improved protein quality. Similarly, high seed yield does not necessarily indicate a higher protein concentration or a more favourable storage protein composition. Therefore, these characteristics should be evaluated separately and integrated when making breeding decisions. Molecular and genomic approaches can further support the identification of genetic factors associated with important agronomic and nutritional traits [3].

Conclusion. Phenological, agronomic and seed quality traits are complementary criteria for evaluating pea *(Pisum sativum L.)* genetic resources. Their integrated assessment can support the identification of genotypes with suitable maturity, productive potential and desirable nutritional characteristics. Combining conventional evaluation with biochemical and molecular approaches may contribute to the development of pea cultivars adapted to specific growing conditions and with improved seed quality.

References

1. Robinson, G.H.J., Domoney, C. (2021). Perspectives on the genetic improvement of health- and nutrition-related traits in pea. *Plant Physiology and Biochemistry,* 158, 353–362. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.020

2. Robinson, G.H.J., Balk, J., Domoney, C. (2019). Improving pulse crops as a source of protein, starch and micronutrients. Nutrition Bulletin, 44(3), 202–215. https://doi.org/10.1111/nbu.12399

3. Weller, J.L., Ortega, R. (2015). Genetic control of flowering time in legumes. *Frontiers in Plant Science,* 6, 207. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00207

4. Norero, A.L., et al. (1999). Quantitative effects of the genes Lf, Sn, E, and Hr on time to flowering in pea *(Pisum sativum L.)*. *Journal of Experimental Botany,* 50(340), 1691–1700. https://doi.org/10.1093/jxb/50.340.1691

5. Weller, J.L., et al. (2009). Update on the genetic control of flowering in garden pea. *Journal of Experimental Botany,* 60(9), 2493–2499. https://doi.org/10.1093/jxb/erp120

ВІЗУАЛЬНО-КОМПОЗИЦІЙНІ ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО СПРИЙНЯТТЯ ІНТЕР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ

Красний Едуард Костянтинович
старший викладач
Національний університет «Чернігівська політехніка»
кафедра архітектури та дизайну

Постановка проблеми. У сучасному архітектурно-дизайнерському проєктуванні інтер'єр розглядається не лише як функціонально організований простір, а й як середовище, здатне впливати на емоційний стан, характер поведінки та особливості просторового сприйняття людини. Художньо-образні характеристики інтер'єру формуються завдяки взаємодії просторових, композиційних, колористичних і світлових засобів, які визначають його візуальну виразність та особливості емоційного сприйняття. Водночас результат такої взаємодії залежить не лише від окремих характеристик середовища, а й від їхнього взаємного узгодження, функціонального призначення приміщення та індивідуальних особливостей користувача.

Проблематика емоційного сприйняття архітектурного середовища висвітлюється в сучасних наукових дослідженнях із різних позицій. Зокрема, у працях, присвячених феноменологічному та екзистенційному підходам до архітектурного дизайну, акцентується увага на взаємозв'язку просторових характеристик середовища, чуттєвого досвіду та сприйняття людини [4]. Окремі дослідження розкривають роль художніх об'єктів у формуванні емоційного впливу інтер'єру [2], а також вплив кольорового освітлення на суб'єктивне оцінювання просторових характеристик [5].

Разом із тим розгляд окремих чинників емоційного сприйняття не повною мірою розкриває особливості їхньої взаємодії в цілісній композиційній організації інтер'єру. Зокрема, потребує подальшого теоретичного осмислення взаємозв'язок пропорцій, масштабу, ритму, контрасту, композиційної домінанти, колористичних співвідношень і світлових акцентів як взаємодоповнювальних засобів формування емоційно виразного предметно-просторового середовища. Актуальним є систематизований підхід до визначення їхніх функцій у формуванні візуального образу інтер'єру та передумов його емоційного сприйняття.

Мета роботи полягає у визначенні та систематизації основних візуально-композиційних засобів формування інтер'єрного простору, обґрунтуванні їхньої ролі в емоційному сприйнятті середовища та розробленні концептуального підходу до їхнього комплексного використання в архітектурно-дизайнерському проєктуванні.

Виклад основного матеріалу. Емоційне сприйняття інтер'єрного простору формується в процесі взаємодії людини з предметно-просторовим середовищем

і визначається сукупністю його функціональних, просторових та художньо-образних характеристик. Інтер'єр у цьому контексті розглядається як цілісна система взаємопов'язаних елементів, композиційна організація яких впливає на характер просторового сприйняття, емоційні враження та індивідуальний досвід користувача [3, с. 272]. Важливим є не лише використання окремих засобів художньої виразності, а й характер їхньої взаємодії, що визначає цілісність візуального образу середовища.

Одним із визначальних чинників формування емоційного сприйняття інтер'єру є його просторово-композиційна організація. Пропорції, масштаб, ритм, симетрія, асиметрія та композиційна рівновага визначають характер взаємозв'язків між елементами середовища, ступінь його візуальної впорядкованості та особливості сприйняття просторової структури. Зокрема, узгоджені пропорційні співвідношення, повторюваність елементів і врівноваженість композиції можуть створювати передумови для відчуття гармонії та стабільності. Натомість асиметричні побудови, контраст масштабів і динамічний ритм здатні посилювати візуальну активність, виразність та емоційну насиченість простору. При цьому характер сприйняття зазначених прийомів залежить від функціонального призначення приміщення, особливостей його організації та індивідуального досвіду людини.

Важливу роль у формуванні емоційного образу інтер'єру відіграють формоутворювальні засоби, які охоплюють геометричні характеристики просторових елементів, пластику поверхонь, характер контурів і співвідношення об'ємів. Геометрично впорядковані та прямолінійні форми можуть підкреслювати структурність і раціональність композиції, тоді як криволінійні та пластично виразні елементи створюють передумови для формування більш динамічного або м'якого візуального образу. Особливого значення набуває узгодження форм із масштабом приміщення, характером предметного наповнення та загальною композиційною структурою. Таким чином, емоційна виразність форми визначається не лише її геометричними властивостями, а й характером взаємодії з навколишнім простором.

Суттєвим засобом формування емоційного сприйняття є колористична організація інтер'єру. Колірний тон, світло, насиченість, контраст і характер колірних співвідношень впливають на візуальну цілісність середовища, сприйняття його просторових характеристик та загальну емоційну атмосферу. Нюансні колірні поєднання можуть сприяти формуванню стриманого й візуально врівноваженого образу, тоді як контрастні співвідношення підсилюють композиційну активність, дозволяють виокремлювати функціональні зони та формувати візуальні акценти. Водночас емоційне сприйняття колористичних рішень залежить від співвідношення площ колірних поверхонь, їхнього розташування, освітлення та загального художньо-композиційного контексту.

Із колористичною організацією безпосередньо пов'язане освітлення, яке виступає не лише функціональним, а й художньо-композиційним засобом формування інтер'єрного простору. Природне та штучне світло, характер

світлотіньових співвідношень, спрямованість світлових потоків і колір освітлення визначають особливості візуального сприйняття форми, матеріалів і просторової глибини. Світлові акценти дозволяють підкреслювати композиційні домінанти, організовувати зорову увагу та формувати різні за характером просторові враження. Водночас світло може розглядатися як складова сенсорного та емоційного досвіду людини, що бере участь у формуванні художньо-образного й смислового наповнення архітектурного середовища [1, с. 70].

Особливого значення набуває взаємодія кольору та освітлення, оскільки зміна світлоколірних характеристик здатна впливати на суб'єктивне оцінювання простору навіть без трансформації його геометричної структури. Експериментальні дослідження підтверджують наявність відмінностей у сприйнятті просторових характеристик залежно від кольору освітлення [5, с. 11]. Це дозволяє розглядати світлоколірну організацію як важливий інструмент формування емоційної атмосфери інтер'єру. Проте використання таких засобів потребує врахування функціонального призначення приміщення, характеру оздоблювальних матеріалів, особливостей природного освітлення та індивідуальних характеристик користувачів.

Важливою складовою художньо-композиційної організації інтер'єру є формування візуальної ієрархії, що забезпечує підпорядкування окремих елементів загальній композиційній структурі. Композиційна домінанта, акцент, контраст і ритмічне повторення сприяють організації зорової уваги, визначають послідовність сприйняття елементів середовища та підсилюють його художню виразність. Особливу роль у цьому процесі можуть відігравати твори мистецтва та декоративні об'єкти, які виступають композиційними центрами й формують додаткові емоційно-смислові акценти. Їхній вплив визначається не лише художніми характеристиками, а й розташуванням, масштабом, освітленням та характером взаємодії з навколишнім інтер'єрним середовищем [2, с. 148].

Таким чином, формування емоційного сприйняття інтер'єрного простору доцільно розглядати як результат комплексної взаємодії просторово-композиційних, формоутворювальних, колористичних, світло-композиційних та акцентно-ієрархічних засобів. Кожна із зазначених груп виконує певні функції у формуванні візуального образу середовища, проте їхній потенційний емоційний вплив реалізується насамперед через взаємне узгодження. Це зумовлює необхідність систематизації візуально-композиційних засобів не лише за їхніми формальними характеристиками, а й за функціональною роллю у формуванні емоційно виразного інтер'єрного простору.

На основі узагальнення розглянутих теоретичних підходів пропонується концептуальна система формування емоційного сприйняття інтер'єрного простору, що ґрунтується на взаємодії п'яти груп візуально-композиційних засобів: просторово-композиційних, формоутворювальних, колористичних, світло-композиційних та акцентно-ієрархічних. На відміну від ізольованого застосування окремих художньо-виразних прийомів, запропонована система

передбачає їхнє функціональне узгодження відповідно до бажаних характеристик емоційного сприйняття середовища.

Основою системи є принцип композиційної взаємозалежності, відповідно до якого вплив окремого засобу визначається не лише його власними характеристиками, а й характером взаємодії з іншими складовими інтер'єру. Просторово-композиційні засоби формують структурну основу середовища, формоутворювальні визначають його пластичну виразність, колористичні та світло-композиційні регулюють візуальну атмосферу, а акцентно-ієрархічні забезпечують організацію зорової уваги та композиційну підпорядкованість елементів.

Механізм взаємодії зазначених засобів реалізується через їхнє взаємне підсилення, врівноваження або контрастне зіставлення. Зокрема, формування композиційної домінанти може забезпечуватися одночасним використанням масштабного контрасту, виразної геометричної форми, колірного акценту та спрямованого освітлення. У такому випадку окремі засоби виконують спільну композиційну функцію, посилюючи візуальну значущість певного елемента середовища. Натомість створення врівноваженого інтер'єрного простору передбачає узгодження пропорцій, ритмічної організації, колористичних співвідношень і світлорозподілу, що сприяє формуванню візуальної цілісності та впорядкованості.

Важливою складовою запропонованої системи є принцип композиційної ієрархії, який передбачає визначення провідних і допоміжних засобів відповідно до художньо-образного задуму. При цьому один із засобів може виконувати домінуючу роль, тоді як інші забезпечують його візуальну підтримку або врівноваження. Наприклад, у просторі, де основним засобом емоційної виразності виступає колір, освітлення, форма та фактура мають узгоджуватися з колористичним рішенням, не створюючи надмірної конкуренції між композиційними акцентами.

Практичне застосування концептуальної системи передбачає послідовність взаємопов'язаних проєктних дій: визначення функціонального призначення інтер'єру та бажаного характеру його емоційного сприйняття; встановлення провідних композиційних засобів; добір допоміжних засобів відповідно до принципів взаємного підсилення, врівноваження або контрасту; оцінювання цілісності сформованого візуального образу. При цьому враховуються особливості цільової групи користувачів, характер їхньої діяльності та контекст використання простору.

Таким чином, запропонована система дозволяє розглядати візуально-композиційні засоби як взаємопов'язані інструменти цілеспрямованого формування художньо-емоційного образу інтер'єру. Її практичне значення полягає у можливості обґрунтованого добору та узгодження композиційних рішень на етапі розроблення архітектурно-дизайнерської концепції. Водночас оцінювання фактичного емоційного впливу таких рішень потребує подальшої перевірки з урахуванням індивідуальних особливостей сприйняття користувачів.

Висновки. Емоційне сприйняття інтер'єрного простору формується під впливом комплексу взаємопов'язаних візуально-композиційних засобів, характер взаємодії яких визначає цілісність, художню виразність та особливості сприйняття предметно-просторового середовища. На основі аналізу теоретичних підходів систематизовано п'ять основних груп засобів: просторово-композиційні, формоутворювальні, колористичні, світло-композиційні та акцентно-ієрархічні. Запропонована авторська концептуальна система ґрунтується на принципах композиційної взаємозалежності, взаємного підсилення, врівноваження, контрастного зіставлення та композиційної ієрархії, що забезпечують узгоджене використання художньо-виразних засобів відповідно до функціонального призначення та бажаних емоційно-образних характеристик інтер'єру. Практичне значення запропонованого підходу полягає у можливості його застосування на етапі формування архітектурно-дизайнерської концепції для обґрунтованого добору та поєднання композиційних рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на апробацію розробленої системи на прикладах інтер'єрів різного функціонального призначення та оцінювання їхнього емоційного сприйняття користувачами.

Список літератури

1. Криворучко Н. І., Нос А. І. Світло як метафорично-смисловий чинник в архітектурному дизайні: феноменологічний підхід. *Український мистецтвознавчий дискурс*. 2025. № 3. С. 70–83. DOI: https://doi.org/10.32782/uad.2025.3.9

2. Пилипчук О., Полубок А. Визначення підходів до формування інтер’єрів з урахуванням емоційного впливу в процесі сприйняття арт-об’єктів. *Вісник КНУКіМ. Серія «Мистецтвознавство».* 2023. № 49. С. 143–152. DOI: https://doi.org/10.31866/2410-1176.49.2023.293299

3. Русевич Т., Цись А. Екзистенційний підхід до проєктування дизайну інтер’єрів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2020. № 58. С. 272–282. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.58.272-282

4. Lee K. The Interior Experience of Architecture: An Emotional Connection between Space and the Body. *Buildings.* 2022. Vol. 12. No. 3. Article 326. P. 1–16. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings12030326

5. Lee H., Lee E. An Experimental Investigation into the Influence of Colored Lighting on Perceived Spatial Impressions. *Buildings*. 2025. Vol. 15. No. 19. Article 3511. P. 1–14. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings15193511

ТРАНСПОРТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ДЕВЕЛОПМЕНТ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОСТОРОВО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ

Черноморець Тетяна Дмитрівна
магістр спеціальності «Архітектура та містобудування»
Національний університет «Львівська політехніка»

Актуальність і мета дослідження

Розвиток великих міст супроводжується суперечністю між зростанням потреб у мобільності та обмеженими можливостями сформованої транспортної й планувальної структури. Особливо виразно ця суперечність проявляється на приколійних територіях: залізниця забезпечує міжміські та агломераційні сполучення, але водночас утворює протяжні бар'єри між житловими районами, громадськими центрами та виробничими зонами. Залізничні станції за таких умов залишаються переважно транспортними об'єктами, хоча їхній вплив на міський простір виходить далеко за межі платформ і вокзальних будівель.

Концепція транспортно-орієнтованого девелопменту (Transit-Oriented Development, TOD) пропонує розглядати станцію не як ізольовану споруду, а як ядро пішохідно доступного багатофункціонального середовища. У дослідженні

A. Zaręba та співавторів обґрунтовано застосування TOD на різних масштабних рівнях - від окремого району до міської й регіональної структури [1]. Стандарт TOD Інституту транспортної політики та розвитку (ITDP) систематизує вісім взаємопов'язаних засад: пішохідність, велосипедний рух, зв'язність, громадський транспорт, змішане використання, оптимальну щільність, компактність і зменшення автомобільної залежності [2].

Метою дослідження є систематизація принципів просторово-планувальної організації мультимодальних транспортних вузлів на основі TOD та обґрунтування можливостей їх застосування для ревіталізації приколійних територій міст. Об'єктом дослідження виступають транспортно-пересадкові вузли й прилеглі міські території; предметом - зв'язок транспортної функції, інтенсивності забудови, адаптивного використання промислової спадщини та поетапних механізмів реалізації.

Теоретичні засади та метод дослідження

У класичному дослідженні R. Cervero та K. Kockelman взаємозв'язок між характером забудованого середовища й транспортною поведінкою розглянуто через три параметри - щільність (density), функціональну різноманітність (diversity) та дизайн міського середовища (design) [3]. Водночас наявність станції сама по собі не гарантує реалізації TOD: необхідні безпечна пішохідна

мережа, достатня кількість щоденних функцій поблизу та узгодження інтенсивності розвитку з якістю транспортного обслуговування. Таким чином, фізична близькість забудови до залізниці не тотожна транспортно-орієнтованому розвитку.

Додатковий теоретичний інструмент становить модель «вузол - місце» (node-place), запропонована L. Bertolini. Вона дозволяє оцінювати станцію одночасно за транспортною доступністю та інтенсивністю міської активності, а також виявляти дисбаланс між цими характеристиками [4]. Для приколійних районів це принципово: територія може бути добре включеною до залізничної мережі, але не забезпечувати належного міського життя через монофункціональність, низьку проникність і дефіцит громадських просторів.

Методичну основу роботи становлять порівняльний аналіз наукових публікацій, систематизація транспортно-планувальних чинників і концептуальне моделювання чотирьох авторських принципів. У праці E. Conticelli та S. Tondelli залізничний вокзал інтерпретовано як простір подолання суперечностей між інфраструктурою й містом [5]. Дослідження I. Древаль доповнює цю теоретичну основу аналізом містобудівного потенціалу територіальних ресурсів залізничних станцій [6]. Зазначені праці використано для переходу від загальних положень TOD до моделі трансформації вузлів у сформованому міському середовищі.

Принцип 1. Модель багатофункціональної транспортно-просторової інтеграції

Перший принцип полягає у створенні цілісної просторової системи, де пересадки між видами транспорту, пішохідні маршрути та громадські функції формують єдиний вузол. Традиційне роздільне проєктування вокзалу, автостанції, паркінгу та прилеглих зупинок збільшує довжину маршрутів і призводить до конфліктів між транспортними потоками. Натомість мультимодальний підхід передбачає взаємне наближення точок посадки, зрозумілу навігацію, безбар’єрні вертикальні комунікації та чітке розмежування пішохідного, сервісного й автомобільного руху. Важливим стає не формальне зосередження великої кількості функцій, а якість і безперервність зв’язків між ними [5].

У містобудівній структурі доцільно розрізняти три рівні транспортних вузлів. Регіональні та міжнародні хаби об’єднують далекі сполучення із міською й агломераційною мобільністю; районні пересадкові вузли перехоплюють потоки між магістральним і локальним транспортом; невеликі локальні зупинки забезпечують щоденну пішохідну доступність. Така ієрархія є авторською методичною моделлю, а не універсальною нормативною класифікацією. Її практичне призначення - запобігти дублюванню дорогих функцій і погоджувати масштаби станційної інфраструктури з потребами відповідних територій.

Просторове «зшиття» обох боків залізничного коридору виступає необхідною умовою інтеграції. Переходи над коліями або під ними мають працювати як продовження вуличної та громадської мережі, а не виключно як входи до перонів. Завдяки цьому нова інфраструктура здатна перетворювати

станцію на активну міську адресу й одночасно скорочувати непрямі пішохідні маршрути [2; 5].

Принцип 2. Просторова синхронізація щільності та транспортного потенціалу

Другий принцип передбачає узгодження характеру забудови з доступністю та пропускною спроможністю громадського транспорту. У районах станцій доцільно концентрувати робочі місця, об'єкти повсякденного обслуговування, заклади освіти та громадські простори, підтримуючи активність протягом різних періодів доби. Поєднання різних видів використання, на відміну від вузькоспеціалізованого ділового кварталу або монофункціонального транспортного термінала, створює передумови для більш збалансованого попиту на перевезення [1-3].

Синхронізація не означає безумовного максимального ущільнення біля кожної зупинки. Рішення мають залежати від ролі вузла, частоти та місткості транспорту, характеристик існуючої забудови, економічних умов і екологічних обмежень. Умовні пішохідні зони навколо станції можуть використовуватися для порівняння сценаріїв функціонального наповнення, однак їхні радіуси, показники щільності та поверховість не слід трактувати як єдині універсальні норми. Зокрема, для територій поблизу аеропорту можливості забудови додатково визначаються авіаційними обмеженнями й вимогами безпеки.

З погляду TOD першочерговим є не розміщення максимальної кількості автомобільних стоянок біля входу, а забезпечення комфортної пересадки, доступності пішки й велосипедом і розумне розташування P+R на периферії пересадкового ядра. У результаті формується компактна структура, в якій транспортний потенціал підтримує міські функції, а міські функції - постійний попит на якісний громадський транспорт [2; 4].

Принцип 3. Регенерація індустріальної спадщини та формування ландшафтного каркаса

Третій принцип розглядає колишні та частково активні промислово-складські території як ресурс міської трансформації. Приколійні райони часто акумулюють великі виробничі корпуси, склади, інженерні споруди та маловикористовувані ділянки. Проте їхнє механічне знесення не завжди є обґрунтованим: окремі споруди можуть бути придатними для розміщення майстерень, освітніх, виставкових, комерційних та громадських функцій. Дослідження А. Дмитренка і Т. Кузьменко висвітлює проблеми та можливості ревіталізації виробничих територій у великих містах України [7].

Запропонована модель передбачає диференційовану роботу з існуючим фондом: збереження об'єктів із містобудівною чи архітектурною цінністю; адаптацію споруд, конструктивно придатних до нового використання; заміну лише тих будівель, що не відповідають перспективній функції або створюють неприйнятні обмеження. Для діючих логістичних і сервісних підприємств можливим варіантом є не повне витіснення, а функціональна реорганізація з розділенням вантажних і громадських маршрутів. Теоретичні підходи до ревіталізації постпромислових територій, зокрема до її економічних і соціальних

аспектів, узагальнено О. Сич [8].

Ландшафтний каркас має поєднувати рекреаційну й екологічну роль. У приколійній зоні він може включати лінійні зелені зв'язки, пішохідні та велосипедні маршрути, локальні сквери й буферні насадження між технічними та громадськими функціями. Водночас озеленення не слід подавати як самодостатній засіб усунення залізничного шуму чи вібрацій: за потреби воно має поєднуватися з обґрунтованими інженерними та акустичними рішеннями. Таким чином, регенерація перетворює індустріальну спадщину не на перешкоду, а на елемент ідентичності нового міського середовища.

Принцип 4. Просторово-часова стратегія ревіталізації та модель інституційної капіталізації

Четвертий принцип визначає порядок переходу від існуючого стану до перспективної просторової структури. У великих транспортних проєктах одночасна реалізація всіх елементів часто ускладнена високою вартістю інженерних робіт, різними формами власності на землю та необхідністю збереження роботи наявної транспортної інфраструктури. Тому етапність доцільно формувати не лише за будівельними чергами, а й за функціональною самостійністю заходів: спочатку підвищення доступності й безпеки, далі розвиток пересадкової інфраструктури та адаптація існуючих об'єктів, після цього - більш капіталомістка трансформація території.

Інституційний аспект TOD передбачає узгодження інтересів міської громади, транспортних операторі0в, власників земельних ділянок та інвесторів. У дослідженні Світового банку, присвяченому фінансуванню TOD за рахунок приросту земельної вартості, розглянуто інструменти land value capture - механізми, за допомогою яких частина вартості, створеної транспортними інвестиціями, може спрямовуватися на інфраструктуру [9]. Застосування таких інструментів залежить від національного законодавства та прозорих домовленостей; вони не гарантують автоматичної самоокупності проєкту і не замінюють оцінювання соціальних наслідків.

Важливо розмежовувати території, технологічно необхідні для роботи транспортного вузла, та об'єкти додаткового комерційного або виробничого розвитку. Наявність перспективного інвестора не є самостійним обґрунтуванням вилучення сформованої житлової забудови. Окремої уваги потребують альтернативні планувальні рішення, які зменшують обсяг викупу землі, зберігають діючі підприємства й дозволяють поступово вводити громадські функції. Етапність за таких умов стає не лише інструментом фінансування, а й способом мінімізації територіальних і соціальних конфліктів.

Висновки: транспортно-орієнтований розвиток доцільно інтерпретувати як комплексний містобудівний підхід, у якому станція або мультимодальний вузол виступає одночасно транспортним каркасом, просторовим центром і каталізатором трансформації прилеглих територій. На основі опрацювання наукових праць і практичних рекомендацій узагальнено чотири взаємопов'язані авторські принципи: багатофункціональну транспортно-просторову інтеграцію; синхронізацію щільності забудови й транспортного потенціалу; регенерацію

індустріальної спадщини з формуванням ландшафтного каркаса; поетапну просторово-часову стратегію з інституційними інструментами реалізації. Їхнє поєднання дозволяє оцінювати альтернативи не лише за транспортною потужністю, а й за зв'язністю міста, якістю громадського середовища, збереженням цінних об'єктів і реалістичністю земельних перетворень.

Список літератури

1. Zaręba A., Widawski K., Krzemińska A., Dzikowska A. Multiscale Transit Oriented Development (TOD) for sustainable communities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 214. Art. 012099. DOI: 10.1088/1755-1315/214/1/012099.
2. Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). TOD Standard. 3rd ed. New York, 2017. URL: https://framework.itdp.org/publication/tod-standard/
3. Cervero R., Kockelman K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 1997. Vol. 2, № 3. P. 199-219. DOI: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6.
4. Bertolini L. Spatial development patterns and public transport: The application of an analytical model in the Netherlands. Planning Practice & Research. 1999. Vol. 14, № 2. P. 199-210. DOI: 10.1080/02697459915724.
5. Conticelli E., Tondelli S. Railway station role in composing urban conflicts. TeMA. 2011. Vol. 4. P. 47-58. URL: https://hdl.handle.net/11585/111210
6. Древаль І. В. Використання територіальних ресурсів залізничних станцій для розвитку сучасного міста. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2016. Вип. 43(2). С. 77-83. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/5175
7. Дмитренко А., Кузьменко Т. Ревіталізація промислових територій та об'єктів у великих містах України. Містобудування та територіальне планування. 2020. Вип. 72. С. 70–78. DOI: 10.32347/2076-815x.2020.72.70-78.
8. Сич О. Теоретичні підходи до ревіталізації постпромислових територій. Галицький економічний вісник. 2020. Т. 65, № 4. С. 68-73. DOI: 10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.04.068.
9. Suzuki H., Murakami J., Tamayose B. C., Hong Y.-H. Financing Transit-Oriented Development with Land Values: Adapting Land Value Capture in Developing Countries. Washington, DC: World Bank, 2015. URL: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/468551468165570019

ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ РУХОМ ОМНІСПРЯМОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ З АЛГОРИТМІЧНОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ НЕЛІНІЙНОСТЕЙ ПРИВОДІВ

Білозерський Владислав Олександрович,
доктор філософії, асистент кафедри
мехатроніки та електротехніки
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Немшилов Юрій Олександрович
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри
мехатроніки та електротехніки
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Забезпечення всеспрямованого руху є одним із ключових пріоритетів при проєктуванні сучасних мобільних мехатронних систем, оскільки це дозволяє системам управління реалізовувати складні маневри в обмеженому просторі без необхідності попереднього повороту корпусу. Базове керування такими омніспрямованими платформами традиційно спирається на математичні моделі зворотної кінематики, що трансформують бажані вектори лінійних та кутових швидкостей у відповідні керуючі сигнали для кожного привода [1]. Однак на практиці між теоретично розрахованою і фактичною траєкторіями руху виникають суттєві розбіжності, викликані низкою внутрішніх електромеханічних та апаратних нелінійностей системи [2]. До них відносяться: наявність фізичної зони нечутливості колекторних двигунів, кінематичний дрифт у розімкненому контурі керування, конфлікти вбудованих ПІД-регуляторів при спробі синхронізації різношвидкісних приводів, а також інерційний вибіг шасі та анізотропне проковзування роликів омніколіс. Таким чином, актуальною задачею є розробка архітектури програмного забезпечення, яка поєднує аналітичну модель кінематики з алгоритмічними методами компенсації зазначених апаратних нелінійностей [3,4].

Дослідження проводилося на чотириколісній платформі fischertechnik з омніколесами та незалежними колекторними двигунами постійного струму з енкодерами на базі контролера TXT 4.0. Програмне забезпечення розроблено мовою Python у середовищі ROBO Pro Coding із застосуванням об'єктно-орієнтованого підходу, де вся апаратна логіка ініціалізації та керування інкапсульована у розроблений клас OmniPlatform. Базове керування рухом платформи реалізовано на основі системи рівнянь складання швидкостей

зворотної кінематики, яка встановлює зв'язок між бажаними лінійними швидкостями вздовж поперечної та поздовжньої осей і кутовою швидкістю обертання [1].

Для подолання апаратних нелінійностей та забезпечення коректної роботи системи керування в умовах реального фізичного середовища, теоретичну модель зворотної кінематики було доповнено комплексом алгоритмічних рішень:

1. Нормалізація керуючих сигналів та усунення впливу зони нечутливості. Експериментально доведено, що значне тертя спокою в редукторах призводить до виникнення зони нечутливості приводів, у межах якої подача низького рівня ШІМ-сигналу виявляється недостатньою для подолання механічного опору, що спричиняє споживання максимального струму, виникнення високочастотного звуку та перегрів нерухомих моторів [4]. Для вирішення цієї проблеми впроваджено алгоритм двоступеневої обробки. На першому етапі здійснюється пропорційне масштабування всіх розрахованих швидкостей при перевищенні максимального апаратного ліміту контролера, що необхідно задля збереження кінематичного балансу заданої траєкторії. На другому етапі відбувається примусове обнулення тих керуючих сигналів, модуль яких потрапляє у експериментально визначену зону нечутливості моторів.

2. Динамічна групова синхронізація приводів. Використання розімкненого контуру з незалежним запуском моторів зумовлює поступовий кінематичний дрифт платформи через нерівномірний розподіл маси та різницю тертя у приводах. Натомість спроба об'єднати всі приводи в єдину спільну синхронну групу під час виконання комплексних маневрів викликає конфлікт вбудованого ПІД-регулятора контролера. Регулятор ігнорує індивідуальні налаштування та намагається примусово вирівняти оберти ведених моторів за швидкістю ведучого, що призводить до аварійної зупинки. Для усунення цієї проблеми впроваджено алгоритм динамічного групування: перед стартом система автоматично формує підгрупи моторів з ідентичними значеннями швидкостей та напрямками обертання, застосовуючи апаратну синхронізацію виключно всередині цих сформованих підгруп.

3. Векторна компенсація проковзування та оптимізація контуру опитування. Через конструктивну специфіку омніколіс величина втрат на мікропроковзування суттєво залежить від напрямку переміщення [2,3]. Для алгоритмічної компенсації цього явища при русі за довільним вектором впроваджено математичну модель декомпозиції: алгоритм визначає вагові частки швидкості вздовж кожної осі та масштабує їх на експериментально визначені коефіцієнти втрат. Такий підхід дозволяє динамічно коригувати розрахунки пропорційно до кута вектора руху, вирівнюючи загальну точність позиціонування платформи. Крім того, для підсумкової точності просторового позиціонування критично важливим є встановлення мінімального періоду дискретизації шляхом мінімізації апаратного та обчислювального часу виконання кожної ітерації у програмному циклі. Це дозволяє своєчасно фіксувати стан системи за даними енкодерів, нівелювати вплив нелінійного

інерційного вибігу масивної платформи після відключення живлення та уникати значного перерегулювання цільової позначки.

Для досягнення високої точності просторового позиціонування омніспрямованої платформи в реальних умовах недостатньо використання лише базової моделі зворотної кінематики. Запропонована об'єктно-орієнтована програмна архітектура вирішує цю проблему шляхом впровадження комплексу алгоритмів компенсації основних електромеханічних нелінійностей. Зокрема, двоступенева нормалізація сигналів та фільтрація зони нечутливості запобігають перегріву моторів при збереженні кінематичного балансу траєкторії, а динамічна групова синхронізація усуває кінематичний дрифт та виключає конфлікти вбудованого ПІД-регулятора під час виконання комплексних маневрів. Водночас поєднання векторної моделі декомпозиції швидкостей із мінімізацією періоду дискретизації контуру опитування дозволяє ефективно нівелювати залежне від напрямку руху проковзування омніколіс та інерційний вибіг шасі. Працездатність та ефективність запропонованих алгоритмічних рішень було перевірено та експериментально підтверджено на апаратній платформі, що забезпечує стабільне відпрацювання заданих траєкторій.

Список літератури

1. Hijikata M., Miyagusuku R., Ozaki K. Wheel Arrangement of Four Omni Wheel Mobile Robot for Compactness. Applied Sciences. 2022. Vol. 12, No. 12. P. 5798. DOI: https://doi.org/10.3390/app12125798.

2. Duan J., Yang Z., Zhi J., Zhao J., Qin S., Wang Y., Du B. Design and Motion Control Strategies for an Omniwheel System. Machines. 2026. Vol. 14, No. 7. P. 754. DOI: https://doi.org/10.3390/machines14070754.

3. Burkacki M., Łysy I., Suchoń S., Chrzan M., Kowolik R. Systematic Review of Mecanum and Omni Wheel Technologies for Motor Impairments. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 9. P. 4773. DOI: https://doi.org/10.3390/app15094773.

4. Maroşan I.-A., Racz S.-G., Breaz R.-E., Bârsan A., Gîrjob C.-E., Crenganiş M., Biriş C.-M., Chicea A.-L. Constrained Multibody Dynamic Modeling and Power Benchmarking of a Three-Omni-Wheel Mobile Robot. Machines. 2026. Vol. 14, No. 4. P. 398. DOI: https://doi.org/10.3390/machines14040398.

INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE DEVELOPMENT OF NEXT-GENERATION UNMANNED AERIAL VEHICLES

Kalkamanov Salim,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Kozak Volodymyr,
Professor of the Department
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

Miroshnichenko Serhii,
Deputy Head of the Faculty for Scientific and Educational Work
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

The development of complex aerospace systems increasingly requires the coordinated use of knowledge from fluid mechanics, biology, materials science, electronics, control theory, and artificial intelligence. In unmanned aviation, this interdisciplinary approach is particularly relevant because low mass, limited onboard energy, compact dimensions, and autonomous operation impose demanding constraints on aerodynamic design and flight-control architecture.

Conventional fixed-wing aircraft and multicopters remain highly effective in many applications. Nevertheless, their established configurations may face limitations when missions require substantial maneuverability, operation at low Reynolds numbers, tolerance to atmospheric disturbances, reduced mechanical complexity, or close interaction with confined environments. These challenges have stimulated research into biomimetic flight, active flow control, adaptive structures, and event-driven computing.

Biomimetic flight and unsteady aerodynamics. At low Reynolds numbers, viscous effects have a pronounced influence on boundary-layer development, transition, and separation. The aerodynamic behavior of small flying organisms and micro air vehicles therefore cannot always be described adequately by steady-flow models developed for conventional aircraft. In flapping flight, time-dependent wing translation and rotation can generate unsteady aerodynamic mechanisms that contribute to force production and maneuverability.

One important mechanism is the leading-edge vortex (LEV), which may form over a flapping or rapidly pitching wing. Under suitable kinematic and flow conditions, the vortex can remain near the wing for part of the stroke and contribute to enhanced lift. Its development and persistence depend on factors such as Reynolds number, reduced frequency, wing geometry, spanwise flow, and the timing of wing rotation. An LEV should therefore not be treated as a universally stable structure, nor should its

contribution be described as a simple suction effect that is independent of the surrounding three-dimensional flow.

Wing flexibility and rotational kinematics also influence aerodynamic performance. Deformation can alter local incidence, camber, and spanwise loading, while pronation and supination at stroke reversal change the effective orientation of the wing. These mechanisms are relevant to the design of flapping-wing UAVs, but their benefits depend on the interaction between structural dynamics and unsteady aerodynamics.

The DelFly research programme at Delft University of Technology provides a representative example of tailless flapping-wing robotics. Research on this platform has investigated how aerodynamic and inertial coupling can contribute to rapid banked turns. In particular, the study by Karásek et al. (2018) examined torque coupling in rapid maneuvers inspired by insect flight. This work supports the value of bio-inspired kinematics and coupled dynamics; it should not, however, be interpreted as evidence of absolute stability in arbitrary turbulent gusts. (Karásek et al., 2018).

Nonlinear aerodynamics and active flow control. The Coanda effect is commonly used to describe the tendency of a fluid jet to remain attached to, and follow, a nearby curved surface under appropriate conditions. The phenomenon involves viscous interaction, entrainment of the surrounding fluid, and the pressure field required to turn the jet. Its occurrence and limits depend on jet momentum, surface curvature, slot geometry, Reynolds number, and the state of the boundary layer.

In aerodynamic applications, tangential blowing near an airfoil trailing edge can modify the pressure distribution and boundary-layer behavior and can increase circulation and lift. This family of methods is generally described as circulation control. It does not literally modify the Kutta condition; rather, it changes the flow field and the effective circulation around the lifting surface. The resulting lift augmentation and control authority must be assessed for the particular geometry and operating regime. (Levinsky & Yeh, 1972; Warsop & Crowther, 2022).

The MAGMA research programme, involving BAE Systems and the University of Manchester, investigated fluidic flight-control technologies for a tailless aircraft demonstrator. The reported architecture included fluidic thrust vectoring for pitch control and circulation control for roll control. These techniques replace selected mechanical control-surface functions with carefully directed air jets. The demonstrator is an important example of active flow control, but claims about complete three-axis control or a quantified reduction in radar cross-section should not be made unless supported by specific test data. (Shearwood et al., 2021).

Removing conventional hinges and gaps may offer structural, maintenance, and signature-management benefits. However, radar observability depends on the complete configuration, materials, apertures, edges, antenna installations, and viewing geometry. Similarly, fluidic control introduces its own requirements for compressed-air supply, ducting, valves, and energy management. Its overall advantage must therefore be evaluated at aircraft-system level.

Adaptive structures and morphing materials. Morphing structures seek to modify wing shape, camber, twist, or local curvature during operation in order to adapt

aerodynamic performance to changing flight conditions. Unlike conventional hinged control surfaces, compliant morphing concepts can reduce discontinuities in the external surface. Nevertheless, a smooth surface does not automatically guarantee laminar flow: transition and separation also depend on Reynolds number, pressure gradients, surface waviness, roughness, vibration, and freestream disturbances.

Candidate smart materials include shape-memory alloys, piezoelectric materials, and compliant elastomeric structures. Shape-memory alloys such as nickel–titanium (nitinol) exploit reversible solid-state phase transformations and can generate useful actuation forces. Their response, however, is often limited by thermal time constants, hysteresis, and efficiency. Piezoelectric actuators can provide high-frequency response and precise small deformations, but typically have limited stroke. These technologies are therefore complementary rather than interchangeable, and actuator selection must account for bandwidth, force, displacement, mass, power, and environmental conditions.

Lattice-based architectures offer another route to lightweight adaptive structures. Jenett et al. (2017) presented a digital morphing-wing concept using composite lattice-based cellular structures. The approach uses a cellular internal architecture to combine low mass with structural compliance and shape adaptability. NASA's MADCAT work is also associated with modular, cellular composite structures. These research efforts demonstrate promising structural concepts, but should not be described as fully operational wings that autonomously optimize the shape of a production aircraft in flight unless such flight demonstrations are explicitly documented. (Jenett et al., 2017; NASA, 2019).

The central engineering challenge is to coordinate structural deformation with aerodynamic loading and control. Passive aeroelastic response may be exploited to reduce loads or achieve desirable shape changes, while active actuation can provide additional authority. Both approaches require coupled aero-structural modeling and validation, particularly where deformation affects stability, control effectiveness, fatigue life, and flutter margins.

Neuromorphic perception and flight control. Small autonomous UAVs must process sensor data under strict constraints on mass, power consumption, computational resources, and latency. Event-based vision sensors provide an alternative to conventional frame-based cameras: individual pixels generate asynchronous events in response to changes in image intensity. This can reduce redundant data in scenes where motion is important, although event cameras also have limitations related to low-texture environments, illumination changes, sensor noise, and the need for suitable event-processing algorithms.

Spiking neural networks (SNNs) and neuromorphic processors are designed around event-driven computation. Their potential advantages include sparse processing and low energy consumption for selected tasks. These characteristics make them attractive for onboard perception and control in resource-constrained robots. However, the performance of a neuromorphic system must be evaluated using end-to-end measures, including sensing, event transmission, computation, actuation, robustness, and energy use.

Recent work has demonstrated fully neuromorphic vision and control for autonomous drone flight using event-based sensing and Intel Loihi neuromorphic hardware. Such results provide a stronger basis for discussing low-power autonomous flight than unsupported claims of microsecond-level end-to-end response or universal superiority over conventional processors. The demonstrated capabilities should be described in the scope and conditions of the published experiments. (Paredes-Vallés et al., 2024).

Neuromorphic vision may support navigation when satellite-based positioning is unavailable or unreliable, but it does not by itself guarantee complete GPS independence. Robust autonomous navigation generally requires sensor fusion, state estimation, handling of environmental uncertainty, and fault-tolerant control. Communication with an operator may be reduced or temporarily unnecessary for a given mission, but this is an operational design choice rather than an inherent consequence of using an event camera or an SNN.

The four research directions considered above address different but interconnected aspects of UAV performance. Biomimetic aerodynamics provides principles for generating and controlling forces in unsteady, low-Reynolds-number flows. Active flow control modifies the near-surface flow field and can provide aerodynamic control authority without conventional hinged surfaces. Morphing structures adapt the geometry and aeroelastic response of the lifting surfaces. Neuromorphic perception and control offer computational approaches for processing sensory information under tight onboard resource constraints.

The potential benefit arises from coordinated design rather than the isolated adoption of individual technologies. For example, a morphing wing may require distributed sensing and control; active blowing may require fast estimation of flow state and careful energy budgeting; and a flapping-wing vehicle may benefit from event-based perception and control architectures. At the same time, integration introduces trade-offs in mass, power, reliability, manufacturability, maintainability, and certification.

Future research should therefore combine analytical modeling, computational fluid dynamics, wind-tunnel testing, structural characterization, hardware-in-the-loop simulation, and flight experiments. Performance claims should be supported by clearly defined metrics, such as lift-to-drag ratio, control bandwidth, disturbance rejection, energy per maneuver, structural mass fraction, and navigation error. Such a validation framework can distinguish promising concepts from technologies that are ready for practical deployment.

Interdisciplinary integration is an important driver in the development of advanced unmanned aerial vehicles. Biomimetics, unsteady aerodynamics, active flow control, adaptive structures, and neuromorphic computing provide complementary approaches to improving aerodynamic performance and autonomous operation.

The examples discussed demonstrate that insect-inspired flapping kinematics can inform maneuvering strategies; fluidic actuators can provide selected control functions without conventional moving surfaces; lattice-based structures can enable lightweight morphing concepts; and neuromorphic vision can support low-power perception and

autonomous flight in experimentally demonstrated conditions.

These technologies should not be regarded as universal solutions. Their effectiveness depends on operating conditions, physical constraints, integration costs, and experimental validation. The most promising pathway is therefore a system-level approach in which aerodynamic design, structural adaptation, sensing, and control are developed together. This approach may enable UAV architectures with improved mission adaptability, efficiency, and autonomy.

References

1. Karásek, M., Muijres, F. T., De Wagter, C., Remes, B. D. W., & de Croon, G. C. H. E. (2018). A tailless aerial robotic flapper reveals that flies use torque coupling in rapid banked turns. Science, 361(6407), 1089–1094. https://doi.org/10.1126/science.aat0350.

2. Shearwood, T. R., Nabawy, M. R., Crowther, W. J., & Warsop, C. (2021). Three-axis control of tailless aircraft using fluidic actuators: MAGMA case study. AIAA AVIATION 2021 Forum. https://doi.org/10.2514/6.2021-2530.

3. Jenett, B., Calisch, S., Cellucci, D., Cramer, N., Gershenfeld, N., Swei, S., & Cheung, K. C. (2017). Digital morphing wing: Active wing shaping concept using composite lattice-based cellular structures. Soft Robotics, 4(1), 33–48. https://doi.org/10.1089/soro.2016.0032.

4. Paredes-Vallés, F., Hagenaars, J. J., Dupeyroux, J., Stroobants, S., Xu, Y., & de Croon, G. C. H. E. (2024). Fully neuromorphic vision and control for autonomous drone flight. Science Robotics, 9(90), eadi0591. https://doi.org/10.1126/scirobotics.adi0591.

5. Levinsky, E. S., & Yeh, T. T. (1972). Analytical and experimental investigation of circulation control by means of a turbulent Coanda jet (NASA-CR-2114). NASA. https://ntrs.nasa.gov/citations/19720023364.

6. NASA. (2019, April 3). What is MADCAT? https://www.nasa.gov/aeronautics/what-is-madcat/.

7. Warsop, C., & Crowther, W. J. (2022). Flow control for unmanned air vehicles. Annual Review of Fluid Mechanics, 54, 1–27. https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-032221-105053.

МУРАХИ LASIUS NIGER ЯК БІОЛОГІЧНИЙ СЕНСОР: МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ХЕМОТАКСИЧНИХ РЕАКЦІЙ НА ЗАПАХОВІ СТИМУЛИ

Скрипник Сергій Васильович,
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та біологічної освіти
Хмельницький національний університет

Закалюкіна Ірина Юріївна
вчитель вищої категорії, старший вчитель біології
Комунальний заклад загальної середньої освіти «Ліцей № 3 імені Артема Мазура Хмельницької міської ради»

Артеменко Тимур,
учень 11 класу, вихованець Хмельницького територіального відділення МАН України
Комунальний заклад загальної середньої освіти «Ліцей № 3 імені Артема Мазура Хмельницької міської ради»

Актуальність проблеми

Пошук простих, дешевих і доступних способів виявлення летких органічних сполук є важливим завданням екологічного моніторингу, санітарного контролю, харчової безпеки та медичної діагностики. Технічні газоаналізатори й електронні «носи» забезпечують високу точність, проте залишаються дороговартісними, потребують калібрування і не завжди здатні розпізнавати складні суміші запахів. Тому дедалі більшу увагу дослідників привертають біологічні сенсори – системи, у яких чутливим елементом слугує живий організм, а сигналом – його фізіологічна чи поведінкова відповідь.

Ідея використання тварин як «живих приладів» не нова. Службові собаки віддавна допомагають шукати вибухівку, наркотичні речовини та людей під завалами. Огляд підходів до застосування комах як детекторів показує, що бджоли, оси та нічні метелики можуть бути навчені реагувати на специфічні запахи, а їхні реакції піддаються інструментальній реєстрації [2]. Яскравим прикладом практичного впровадження є дресирувані африканські гігантські хом’якові щури, яких використовують для пошуку протипіхотних мін: тварин навчають за принципами оперантного обумовлення, а результати їхньої роботи підтверджено польовими випробуваннями [3]. Отже, поведінка тварин може бути не лише предметом спостереження, а й джерелом кількісної інформації про хімічний склад середовища.

Особливо перспективними в цьому сенсі є соціальні комахи, зокрема мурахи. У їхньому житті хімічна комунікація відіграє провідну роль: за допомогою феромонів мурахи розпізнають членів своєї колонії, прокладають сліди до джерел їжі, мобілізують фуражирів, повідомляють про загрозу та регулюють розподіл праці [1; 4]. Водночас мурахи, на відміну від собак чи щурів, не потребують складного догляду, займають мало місця, а їхня колонія є саморегульованою системою, що функціонує місяцями й роками. Ці обставини роблять мурах привабливим об'єктом для шкільних досліджень у межах Малої академії наук України.

Хеморецепція та хімічна комунікація мурах

Органи хімічного чуття мурах зосереджені переважно на антенах – колінчастих вусиках, які комаха постійно використовує для обстеження простору. На члениках антени розташовані численні сенсили – кутикулярні утвори різної форми (волоскоподібні, конусоподібні, пластинчасті), усередині яких містяться дендрити нюхових рецепторних нейронів. Молекули запахових речовин проникають крізь пори в кутикулі сенсили, зв'язуються з білками-переносниками та активують рецептори на мембрані нейрона. Дослідження антенальних сенсил мурах засвідчили, що окремі їх типи спеціалізовані на сприйнятті кутикулярних вуглеводнів, які слугують «хімічним паспортом» колонії й дають змогу відрізняти «своїх» від «чужих» [5].

Мурахи мають один із найбільших серед комах наборів генів запахових рецепторів. Ключову роль у їхній роботі відіграє корецептор Orco, без якого більшість запахових рецепторів не функціонує. Генетичні дослідження показали, що мурахи з виключеним геном orco втрачають здатність підтримувати нормальні соціальні взаємодії, гірше орієнтуються за феромонними слідами, а в їхньому мозку недорозвиваються нюхові клубочки антенальних часток [6]. Ці дані переконливо свідчать, що нюх є провідною сенсорною системою, на якій ґрунтується поведінка мурах.

Важливою передумовою для створення біосенсора є здатність мурах до навчання. Експерименти з лісовими мурахами показали, що після кількох поєднань запаху з харчовою винагородою комахи надійно обирають цей запах, а сформований зв'язок зберігається в пам'яті щонайменше кілька днів [7]. Більше того, після короткого навчання мурахи вирізняють леткі сполуки, що виділяються пухлинними клітинами людини, від запаху здорових клітин; автори дослідження розглядають це як можливу основу для недорогих діагностичних систем майбутнього [8]. Отже, мурахи не лише чутливі до запахів, а й здатні гнучко змінювати свою реакцію на них.

Lasius niger як модельний об'єкт

Зручним модельним об'єктом для дослідження в умовах закладу загальної середньої освіти є чорний садовий мураха *Lasius niger* (L.) – один із найпоширеніших видів мурах України, який трапляється в садах, парках, на узбіччях доріг і в населених пунктах. Колонії цього виду порівняно легко засновуються від однієї заплідненої самки, добре переносять утримання у штучному гнізді (формікарії) та живляться доступною їжею – вуглеводними

розчинами й комахами. Робочі особини мають розміри 3–5 мм, що дає змогу чітко фіксувати їхній рух на відео з невеликої відстані.

Хімічну природу слідового феромону *L. niger* встановлено: він належить до класу 3,4-дигідроізокумаринів і виділяється із задньої кишки [9]. Детально описано й поведінку прокладання сліду: фуражир, який знайшов багате джерело їжі, на зворотному шляху до гнізда частіше торкається черевцем субстрату й залишає інтенсивніший слід, що зумовлює мобілізацію інших робочих особин [10]. Цікаво, що в разі конфлікту між запаховим сигналом і власною пам'яттю про маршрут *L. niger* нерідко віддають перевагу саме запаховій інформації [11]. Колективна поведінка цього виду є класичним прикладом самоорганізації, коли прості реакції окремих особин на хімічні сигнали породжують складні структури на рівні колонії [12]. Усе це дає змогу зіставляти отримані в учнівському дослідженні результати з добре описаними в науковій літературі закономірностями.

Мета роботи – обґрунтувати методику дослідження хемотаксичних реакцій мурах *Lasius niger* на харчові та рослинні запахові стимули й запропонувати концептуальну модель біоіндикаторної системи на основі їхньої поведінки, придатну для реалізації в межах учнівської дослідницької роботи Малої академії наук України.

Завдання роботи: 1) проаналізувати наукові дані про будову органів хімічного чуття та хімічну комунікацію мурах; 2) сконструювати експериментальну арену для реєстрації вибору запахового стимулу; 3) розробити схему експерименту, що мінімізує вплив феромонних слідів і систематичних похибок; 4) визначити кількісні показники поведінкової відповіді та методи їх статистичного опрацювання; 5) запропонувати модель біоіндикаторної системи та параметри оцінювання її ефективності.

Матеріали та методи дослідження

Дослідна колонія *L. niger* утримується у формікарії за кімнатної температури (22–25 °C) та стабільної вологості гніздової камери, з вільним доступом до води. Годування здійснюється розчином сахарози та білковою їжею кілька разів на тиждень. Щоб підвищити мотивацію фуражирів до пошуку їжі, перед дослідними серіями передбачено короткочасне обмеження доступу до вуглеводного корму, яке не завдає шкоди колонії.

Як запахові стимули обрано дві групи речовин. Харчові стимули (розчини сахарози й меду) моделюють природні джерела вуглеводів, до яких мурахи мають виражену позитивну реакцію. Рослинні стимули (ефірні олії м'яти перцевої, лаванди та апельсина) містять терпеноїди й інші леткі сполуки, багато з яких у побуті застосовують як засоби відлякування комах. Кожен стимул досліджується в серії концентрацій, що дає змогу встановити поріг реакції. Контролем слугує дистильована вода. Перелік стимулів, концентрацій і робочих гіпотез наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Запахові стимули та робочі гіпотези дослідження

Група стимулів	**Речовина**	**Концентрації**	**Робоча гіпотеза**
1	2	3	4
Контроль	Дистильована вода	—	Рівномірний розподіл виборів між каналами
Харчові	Розчин сахарози	1 %, 5 %, 10 %, 20 %	Привабливість, що зростає зі збільшенням концентрації
Харчові	Розчин меду	1 %, 5 %, 10 %	Привабливість, вища за сахарозу тієї ж концентрації
Рослинні	Ефірна олія м’яти перцевої	0,1 %, 0,5 %, 1 %	Уникання, посилене за вищих концентрацій
Рослинні	Ефірна олія лаванди	0,1 %, 0,5 %, 1 %	Слабке уникання або нейтральна реакція
Рослинні	Ефірна олія апельсина	0,1 %, 0,5 %, 1 %	Уникання за високих концентрацій

Стимул у кількості 10 мкл наносять на смужку фільтрувального паперу однакової площі, яку розміщують у дальньому кінці одного з каналів арени; у решту каналів кладуть аналогічні смужки з контрольною рідиною. Така процедура вирівнює візуальні та тактильні умови в усіх каналах і залишає запах єдиною відмінністю між ними. Розчини ефірних олій готують на основі води з додаванням невеликої кількості етанолу як розчинника; у цьому разі контроль містить той самий розчинник без олії.

Для реєстрації поведінкових реакцій розроблено п’ятиканальну радіальну арену вибору з центральною восьмикутною стартовою камерою, над якою на штативі закріплено документ-камеру, підключену до ноутбука (рис. 1). Зйомка згори виключає вплив тіні, вібрацій і запаху рук експериментатора, а записи надалі аналізуються покадрово. Мураху поміщають у стартову камеру через отвір у кришці; після короткої адаптації особина виходить у центральну зону та обирає один із п’яти каналів. Порівняно з класичним Y-подібним ольфактометром, що пропонує вибір лише з двох варіантів, п’ятиканальна радіальна арена дає змогу одночасно порівнювати кілька стимулів або кілька концентрацій одного стимулу, а також зменшує ймовірність випадкового «правильного» вибору з 1/2 до 1/5.



Рис. 1. Експериментальна установка: п’ятиканальна радіальна арена вибору, документ-камера та ноутбук для відеореєстрації поведінки мурах

Джерело рисунка: власна розробка авторів.

Схема експерименту передбачає низку заходів, спрямованих на усунення систематичних похибок. По-перше, перед основними серіями фіксують базову рухову активність мурах в арені без запахового стимулу, щоб переконатися у відсутності «улюблених» каналів, зумовлених конструкцією арени чи освітленням. По-друге, положення каналу зі стимулом між пробами змінюють випадковим чином (рандомізація). По-третє, кожну особину тестують лише один раз у серії, після чого переміщують в окремий контейнер і повертають до гнізда наприкінці дня. По-четверте, після кожної проби арену ретельно протирають етиловим спиртом і просушують. Останній захід є принципово важливим, оскільки мурахи залишають на субстраті слідові феромони, які здатні спрямовувати рух наступних особин незалежно від досліджуваного запаху [13; 14]. Для кожної концентрації стимулу заплановано щонайменше 30 проб, розподілених на три серії в різні дні.

За відеозаписами визначають такі показники поведінкової відповіді: канал першого вибору (канал, у який мураха зайшла всім тілом); латентний період – час від виходу зі стартової камери до входу в канал; сумарний час перебування в кожному каналі за п’ять хвилин спостереження; кількість заходів до кожного каналу. Інтегральним показником слугує індекс переваги:

$$PI = (N_c – N_к) / (N_c + N_к),$$

де N_c – кількість виборів каналу зі стимулом, $N_к$ – середня кількість виборів контрольного каналу. Значення індексу змінюються від –1 (повне уникання стимулу) до +1 (повна перевага), а значення, близькі до нуля, свідчать про відсутність реакції. Аналогічний індекс розраховують і для часу перебування в каналах, що дає змогу оцінити не лише перший вибір, а й тривалість затримки мурахи біля джерела запаху.

Відповідність розподілу виборів між п’ятьма каналами рівномірному (за нульовою гіпотезою кожен канал обирається з імовірністю 1/5) оцінюють за критерієм χ^2 Пірсона. Відмінності латентного періоду та часу перебування між

стимулами і концентраціями перевіряють за непараметричними критеріями Манна–Уїтні та Краскела–Уолліса, оскільки поведінкові показники зазвичай не підпорядковуються нормальному розподілу. Рівень значущості приймають $p < 0,05$. Розрахунки виконують у електронних таблицях, що доступно учневі без спеціального програмного забезпечення.

Концептуальна модель біоіндикаторної системи

На основі запланованих вимірювань сформульовано концептуальну модель біоіндикаторної системи «стимул – біологічний рецептор – поведінкова відповідь – реєстрація» (рис. 2). У ній запахова речовина виступає вхідним сигналом, хеморецептори антен мурахи – чутливим елементом, напрямок і швидкість руху – вихідним сигналом, а відеосистема разом зі статистичним опрацюванням – засобом зчитування та інтерпретації. Зворотний зв’язок означає, що результати кожної серії використовуються для уточнення діапазону концентрацій і схеми наступних проб. Оскільки структура моделі аналогічна технічному сенсору, «біологічний прилад» доцільно оцінювати за тими самими параметрами, що й технічні засоби вимірювання (табл. 2).



Рис. 2. Концептуальна модель біоіндикаторної системи на основі поведінки мурах

Джерело рисунка: власна розробка авторів.

Таблиця 2.

Параметри біоіндикаторної моделі на основі поведінки мурах

Параметр моделі	**Біологічний зміст**	**Спосіб вимірювання**
1	2	3
Чутливість	Найменша концентрація стимулу, що зумовлює статистично значущу перевагу (або уникання) каналу	Серія розведень; поріг за індексом переваги та критерієм χ^2
Час реакції	Швидкість, з якою особина розпізнає джерело запаху й обирає напрямок руху	Латентний період від виходу зі стартової камери до входу в канал, с
Відтворюваність	Стабільність відповіді колонії в повторних пробах і в різні дні	Коефіцієнт варіації індексу переваги між серіями
Специфічність	Здатність по-різному реагувати на різні за природою запахи	Порівняння індексів переваги для харчових і рослинних стимулів

Очікується, що харчові стимули зумовлюватимуть позитивні значення індексу переваги, які зростатимуть зі збільшенням концентрації до певного рівня насичення, а рослинні – від'ємні значення, що свідчитимуть про уникання. Підтвердження цих гіпотез дасть змогу говорити про специфічність реакції, а визначення порогових концентрацій – про чутливість моделі. Якщо ж реакції на окремі стимули виявляться нестабільними в різні дні, це вказуватиме на вплив фізіологічного стану колонії, який необхідно враховувати під час подальшої стандартизації методики.

Обмеження дослідження та його освітнє значення

Запропонована методика має низку обмежень. Поведінка окремої мурахи залежить від її віку, ролі в колонії та досвіду, тому результати характеризують насамперед реакцію фуражирів дослідної колонії, а не виду загалом. Відкрита арена не дає змоги повністю контролювати поширення летких речовин між каналами, тож за високих концентрацій запах може частково потрапляти в сусідні канали. Нарешті, ручне опрацювання відеозаписів є трудомістким і містить елемент суб'єктивності. Ці обмеження не знецінюють роботи, проте мають бути чітко зазначені під час інтерпретації результатів.

Водночас методика має вагоме освітнє значення. Вона поєднує знання з біології, хімії, фізики та інформатики, формує в учнів навички висування гіпотез, планування контрольованого експерименту, роботи з цифровим обладнанням і статистичного аналізу даних, тобто реалізує STEM-підхід у дослідницькій діяльності. Учень проходить повний цикл наукового дослідження – від огляду

літератури й конструювання обладнання до інтерпретації результатів і їх оприлюднення. Робота з колонією мурах вимагає також дотримання етичних вимог: мінімізації стресу для комах, повернення особин до гнізда після проб і відмови від застосування токсичних речовин.

Висновки

1. Мурахи *Lasius niger* завдяки розвиненій хемосенсорній системі, здатності до асоціативного навчання та простоті утримання є перспективним модельним об'єктом для дослідження хемотаксичних реакцій і розроблення біоіндикаторних систем.

2. Розроблена п'ятиканальна радіальна арена вибору з документ-камерою забезпечує стандартизовані умови вибору запахового стимулу, об'єктивну відеореєстрацію поведінки та можливість одночасного порівняння кількох стимулів або концентрацій.

3. Обґрунтована схема експерименту (рандомізація положення стимулу, одноразове тестування особин, усунення феромонних слідів, контроль базової активності) та система показників (перший вибір, латентний період, час перебування, індекс переваги) дають змогу отримати кількісно порівнянні дані.

4. Запропонована модель «стимул – біологічний рецептор – поведінкова відповідь – реєстрація» дає змогу оцінювати поведінкову відповідь мурах за параметрами чутливості, часу реакції, відтворюваності та специфічності.

Перспективи подальшої роботи пов'язуємо з отриманням експериментальних даних щодо порогів чутливості *L. niger* до різних запахів, з удосконаленням конструкції арени для кращої ізоляції каналів та з автоматизацією аналізу відеозаписів за допомогою програм відстеження траєкторій руху тварин, які дають змогу ідентифікувати окремих особин у групі та обчислювати параметри їхнього руху без ручного підрахунку [15; 16].

Список літератури

1. Hölldobler B., Wilson E. O. The Ants. Cambridge, MA : Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 732 p.

2. Rains G. C., Tomberlin J. K., Kulasiri D. Using insect sniffing devices for detection. Trends in Biotechnology. 2008. Vol. 26, No. 6. P. 288–294.

3. Poling A., Weetjens B., Cox C. et al. Using trained pouched rats to detect land mines: another victory for operant conditioning. Journal of Applied Behavior Analysis. 2011. Vol. 44, No. 2. P. 351–355.

4. Wyatt T. D. Pheromones and Animal Behavior: Chemical Signals and Signatures. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2014. 406 p.

5. Sharma K. R., Enzmann B. L., Schmidt Y. et al. Cuticular hydrocarbon pheromones for social behavior and their coding in the ant antenna. Cell Reports. 2015. Vol. 12, No. 8. P. 1261–1271.

6. Yan H., Opachaloemphan C., Mancini G. et al. An engineered orco mutation produces aberrant social behavior and defective neural development in ants. Cell. 2017. Vol. 170, No. 4. P. 736–747.

7. Piqueret B., Sandoz J.-C., d'Ettorre P. Ants learn fast and do not forget: associative olfactory learning, memory and extinction in Formica fusca. Royal Society Open Science. 2019. Vol. 6, No. 6. Article 190778.

8. Piqueret B., Bourachot B., Leroy C. et al. Ants detect cancer cells through volatile organic compounds. iScience. 2022. Vol. 25, No. 3. Article 103959.

9. Bestmann H. J., Kern F., Schäfer D., Witschel M. C. 3,4-Dihydroisocoumarins, a new class of ant trail pheromones. Angewandte Chemie International Edition in English. 1992. Vol. 31, No. 6. P. 795–796.

10. Beckers R., Deneubourg J. L., Goss S. Trail laying behaviour during food recruitment in the ant Lasius niger (L.). Insectes Sociaux. 1992. Vol. 39, No. 1. P. 59–72.

11. Oberhauser F. B., Schlemm A., Wendt S., Czaczkes T. J. Private information conflict: Lasius niger ants prefer olfactory cues to route memory. Animal Cognition. 2019. Vol. 22, No. 3. P. 355–364.

12. Detrain C., Deneubourg J.-L. Self-organized structures in a superorganism: do ants "behave" like molecules? Physics of Life Reviews. 2006. Vol. 3, No. 3. P. 162–187.

13. Czaczkes T. J., Grüter C., Ratnieks F. L. W. Trail pheromones: an integrative view of their role in social insect colony organization. Annual Review of Entomology. 2015. Vol. 60. P. 581–599.

14. Morgan E. D. Trail pheromones of ants. Physiological Entomology. 2009. Vol. 34, No. 1. P. 1–17.

15. Pérez-Escudero A., Vicente-Page J., Hinz R. C., Arganda S., de Polavieja G. G. idTracker: tracking individuals in a group by automatic identification of unmarked animals. Nature Methods. 2014. Vol. 11, No. 7. P. 743–748.

16. Rodriquez A., Zhang H., Klaminder J. et al. ToxTrac: a fast and robust software for tracking organisms. Methods in Ecology and Evolution. 2018. Vol. 9, No. 3. P. 460–464.

ВІД ОПТИКИ РОСЛИННОГО ЛИСТКА ДО ОПТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ КРОВІ: ВНЕСОК С. Г. ГУМІНЕЦЬКОГО У РОЗВИТОК БІОМЕДИЧНОЇ ОПТИКИ В УКРАЇНІ

Скрипник Сергій Васильович
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри екології та біологічної освіти
Хмельницький національний університет

Сучасна біологія і медицина значною мірою спираються на фізичні методи дослідження. Спектрофотометрія, нефелометрія, поляриметрія, лазерна діагностика дозволяють отримувати інформацію про будову та стан живих систем без їх руйнування, а часто й без втручання в організм. Галузь, що поєднує оптику з біологією та медициною, – біомедична оптика – сьогодні є однією з найдинамічніших міждисциплінарних галузей науки. В Україні її становлення тісно пов’язане з чернівецькою оптичною школою, одним із яскравих представників якої є Степан Герасимович Гумінецький. Його науковий шлях – від дослідження розсіяння світла листками рослин до розроблення оптичних способів діагностики захворювань людини – є показовим прикладом синергії фізичних і біологічних знань.

Мета роботи – проаналізувати внесок С. Г. Гумінецького у розвиток оптики світлорозсіювальних середовищ біологічного походження та показати значення його доробку для біології, медицини й біологічної освіти. Джерельною базою стали архівні матеріали (біографічна довідка, списки наукових праць, винаходів і дисертацій, виконаних під його керівництвом) [1], наукові публікації та патенти. Використано історико-біографічний, проблемно-хронологічний і порівняльний методи.

Життєвий і науковий шлях.

С. Г. Гумінецький народився 1938 р. У 1955 р. вступив до Чернівецького державного університету, який у 1960 р. закінчив з відзнакою за фізико-математичним напрямом і був прийнятий на кафедру експериментальної фізики. З 1962 р. працював на кафедрі оптики та навчався в аспірантурі за спеціальністю «Фізична оптика». У 1967 р. захистив кандидатську дисертацію з проблем оптики і спектроскопії розсіювальних середовищ біологічного походження, присвячену дослідженню розсіяння й поглинання оптичного випромінювання листками рослин. У 1968–1975 рр. завідував кафедрою оптики і спектроскопії, а впродовж 1974–1994 рр. був членом Всесоюзного методичного об’єднання з оптичних спеціальностей [1].

За біографічною довідкою, учений опублікував понад 150 наукових праць у фахових виданнях України та за кордоном (зокрема у США), є автором 8 авторських свідоцтв і патентів та 4 навчальних посібників; під його керівництвом

захищено 6 кандидатських дисертацій [1]. Пізніше доробок поповнився низкою патентів України на корисні моделі в галузі медичної діагностики [15–17]. Наукова проблематика вченого – розсіяння і поглинання оптичного випромінювання в різних середовищах: колоїдних розчинах, тканинах, на шорстких поверхнях та в біооб'єктах [1]. Узагальнення основних напрямів його діяльності подано в табл. 1.

Таблиця 1

Основні напрями наукової діяльності С. Г. Гумінецького

Період	Напрям досліджень	Основні об'єкти	Значення для біології та медицини
1960–1970-ті рр.	Розсіяння і поглинання світла листками рослин; моделювальні установки для шаруватих світлорозсіювальних об'єктів	Листки рослин, папір, текстиль	Фізичні основи оцінювання світлового режиму листка, фотосинтезу та фізіологічного стану рослин
1970–1990-ті рр.	Матриці переносу та поляризаційні характеристики розсіювальних середовищ	Колоїдні розчини, молоко, модельні середовища типу морської води, системи орієнтованих частинок	Кількісний опис біологічних рідин і тканин як мутних середовищ; оптика природних вод
1980–1990-ті рр.	Фотометрія шорстких поверхонь і плівок, спарені фотометричні кулі, еталонні вимірювання	Метали, лакофарбові та тонкі плівки, тканини, світлодіоди	Метрологічна база для точних вимірювань коефіцієнтів відбивання і пропускання біооб'єктів
Кінець 1990-х – 2010-ті рр.	Спектрофотометрія та світлорозсіяння біологічних рідин; оптична діагностика	Плазма крові, сеча, цільна кров людини і тварин	Патенти на способи діагностики тромбоутворення, запально-деструктивних захворювань, тиреотоксикозу, гострого панкреатиту, панкреонекрозу

Джерело: розроблено автором на основі [1–17]

Оптика рослинного листка як вихідна точка.

Перший і, з погляду біології, принципово важливий напрям досліджень ученого – оптичні властивості листка. Листок є складним шаруватим середовищем: кутикула, епідерміс, палісадна і губчаста паренхіма з хлоропластами та міжклітинниками по-різному розсіюють і поглинають світло. Саме від співвідношення відбитого, пропущеного й поглинутого потоків залежить кількість фотосинтетично активної радіації, яку отримує мезофіл. Дослідження спектрів відбивання і пропускання листків, індикатрис яркості та

впливу структури тканин на перенесення світла заклали фізичний фундамент для розуміння світлового режиму рослини, а згодом – для оптичних методів оцінювання стану рослин і дистанційного зондування рослинного покриву [1].

Для вивчення таких об’єктів у лабораторії С. Г. Гумінецький разом з учнями розробив метод моделювальних установок, що імітують шарувате світлорозсіювальне середовище (листки, папір, текстиль), а також методику розрахунку поправочних коефіцієнтів, які враховують багатократне відбивання світла між шарами і вплив стінок установки [1]. Цей підхід дозволив переходити від вимірювань на окремих зразках до опису поведінки світла в товщі шаруватого середовища – завдання, яке в сучасній біофотоніці розв’язують для шкіри, слизових оболонок, крони рослин.

Теорія переносу випромінювання та поляризаційні методи.

У 1970–1990-ті рр. учений зосередився на загальній теорії взаємодії світла з розсіювальними середовищами. Стан поляризації світлового пучка описують чотирма параметрами Стокса S_1–S_4, а дію середовища – матрицею четвертого рангу. Для елементарного розсіювального об’єму зв’язок між параметрами Стокса падаючого (S_k) і розсіяного (S_i) світла має вигляд:

$$S_i(\lambda, \varphi) = (1/R^2) \cdot \Sigma_k D_{ik}(\lambda, \varphi) \cdot S_k(\lambda) \cdot V(\varphi), \quad i, k = 1, \ldots, 4, \qquad (1)$$

де D_{ik} – матриця розсіяння, λ – довжина хвилі, φ – кут розсіяння, V – об’єм розсіювальної частини середовища, R – відстань до точки спостереження. Для товстих шарів, де фотон зазнає багатьох актів розсіяння, вводиться матриця переносу середовища в цілому. Під керівництвом С. Г. Гумінецького досліджено залежність елементів матриць переносу від оптико-геометричних координат на модельних середовищах (колоїди, молоко, середовища типу морської води), а також системи орієнтованих частинок [1; 5]. Біологічний зміст цих робіт полягає в тому, що кров, лімфа, цитоплазма, тканини, природні води з планктоном – це саме мутні середовища, і їх оптичні «відбитки» несуть інформацію про розміри, форму, концентрацію та орієнтацію частинок.

Паралельно розвивалися прикладні напрями: спектрофотометрія шорстких поверхонь і тонких плівок [3], спектрополяриметричне виявлення корозії під лакофарбовими покриттями [4], вплив підвищених температур на оптичні властивості тканин, метод вимірювань коефіцієнтів дифузного відбивання на пристрої зі спарених фотометричних куль у спектральному діапазоні 0,35–12 мкм. У 1980–1991 рр. учений керував темами, результатом яких стали компаратори для вимірювання потоків світлодіодів, використані при розробленні державних стандартів [1]. Ці роботи створили метрологічне підґрунтя, без якого неможливі коректні кількісні вимірювання біологічних об’єктів.

Оптична діагностика біологічних рідин.

Від кінця 1990-х рр. наукова діяльність С. Г. Гумінецького зосередилася на співпраці з кафедрами Буковинського державного медичного університету. Фізичною основою більшості розроблених методів є закон Бугера–Ламберта–Бера, що пов’язує оптичну густину D розчину з концентрацією c поглинальної речовини:

$$D = \lg(I_0/I) = \varepsilon \cdot c \cdot l, \qquad (2)$$

де I_0 та I – інтенсивності падаючого і пропущеного світла, ε – показник поглинання, l – товщина шару. Водночас біологічні рідини не є «чистими» розчинами: білкові макромолекули, ліпопротеїни, клітини і їх агрегати розсіюють світло, тому досвід ученого в оптиці мутних середовищ став вирішальним для правильної інтерпретації спектрів.

Досліджено поглинальні й розсіювальні властивості білків плазми крові та сечі в ультрафіолетовій ділянці спектра і запропоновано підходи до роздільного оцінювання вмісту альбумінів і глобулінів [6; 7]. Розроблено та запатентовано спосіб визначення тромбоутворення у плазмі крові [8]: кінетику згортання оцінюють за зміною коефіцієнта пропускання в часі, а згодом – за показником Ляпунова інтенсивності розсіяного когерентного випромінювання [1]. Спосіб спектрофотометричної діагностики запально-деструктивних захворювань черевної порожнини [9] у 2004 р. впроваджено в Хотинській центральній районній лікарні [1].

Встановлено, що в ультрафіолетовому спектрі поглинання венозної плазми є два максимуми (близько 235 і 280 нм), причому діагностично інформативним при гострій хірургічній патології органів черевної порожнини є саме максимум 280 нм [11]. В експериментах на тваринах показано, що оптична густина плазми при 280 нм відображає інтенсивність запалення при перитоніті та пов’язана зі вмістом циркулюючих імунних комплексів і цитокінів [12]. Для діагностики жовтяниці запропоновано портативний пристрій, що реєструє випромінювання, яке пройшло крізь мочку вуха, – неінвазивний метод, заснований на спектрах поглинання білірубіну [10]. Спектри поглинання плазми у видимій та інфрачервоній ділянках застосовано для діагностики різних форм зобу та контролю лікування після операцій на щитоподібній залозі [13; 14]. Підсумком цього етапу стали патенти України на способи діагностики тиреотоксикозу, панкреонекрозу і гострого панкреатиту [15–17].

Освітній внесок.

С. Г. Гумінецький – автор навчального посібника «Физические основы элементов оптико-физических приборов» [2] та інших посібників, учасник розроблення змісту підготовки фахівців-оптиків. Шість його учнів (Л. Й. Подкамень, М. В. Бородай, А. С. Козерук, В. Г. Житарюк, М. Л. Кірш, О. Д. Архелюк) захистили кандидатські дисертації з оптики розсіювальних середовищ, поверхонь і плівок [1; 3–5]. Його спадщина має й педагогічну цінність для біологічної освіти: на прикладі цих досліджень зручно показувати студентам, як фізичний закон (рівняння 2) перетворюється на лабораторну методику (спектрофотометрія екстрактів пігментів, білків, плазми крові), а методика – на клінічний діагностичний тест. Доцільно включати такі історико-наукові матеріали до курсів біофізики, методів біологічних досліджень і методики навчання біології, щоб формувати в майбутніх учителів уявлення про міждисциплінарний характер сучасного природознавства та про внесок українських учених у світову науку.

Висновки.

1. Науковий доробок С. Г. Гумінецького охоплює повний цикл міждисциплінарного дослідження: від фундаментальної оптики світлорозсіювальних середовищ біологічного походження (листки рослин) через теорію переносу випромінювання та прецизійну фотометрію до створення методів медичної діагностики.

2. Учений одним із перших в Україні системно застосував апарат матриць розсіяння і переносу, спектрофотометрію та методи світлорозсіяння до біологічних рідин людини, що дало змогу запропонувати низку запатентованих і впроваджених у практику способів діагностики.

3. Створена ним наукова школа та співпраця фізиків з медиками Буковини є прикладом продуктивної синергії знань, актуальної для сучасної біомедичної оптики. Перспективою подальших досліджень є укладання повної бібліографії праць ученого та розроблення навчальних матеріалів з історії біофізики в Україні.

Список літератури

1. Гумінецький Степан Герасимович: біографічна довідка; список основних наукових праць; перелік винаходів; перелік дисертацій, виконаних під його керівництвом (машинописні архівні матеріали).

2. Гуминецкий С. Г. Физические основы элементов оптико-физических приборов: учеб. пособие. Київ: УМК ВО, 1989. 108 с.

3. Житарюк В. Г. Використання спектрофотометричних методів для визначення параметрів шорсткості поверхонь та оптичних параметрів тонких плівок: дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук. Чернівці, 1993.

4. Кірш М. Л. Спектрофотополяриметричні дослідження корозійного стану вільної та захищеної лакофарбовими плівками поверхні металів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук. Чернівці, 1996.

5. Архелюк О. Д. Експериментальне дослідження розсіяння поляризованого світла системою орієнтованих часток: дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук. Чернівці, 1996.

6. Guminetsky S. G., Pishak O. V., Pishak V. P., Grigorishin P. M. Absorbing and diffusive properties of blood plasma and urine proteins. Proc. SPIE. 1997. Vol. 3317. International Conference on Correlation Optics. DOI: 10.1117/12.295709.

7. Пишак О. В., Гуминецкий С. Г., Пишак В. П., Григоришин П. М. Исследование поглощающих и рассеивающих свойств плазмы крови и мочи. Буковинський медичний вісник. 1998. Т. 2, № 1. URL: https://dspace.bsmu.edu.ua/handle/123456789/15789.

8. Пішак В. П., Гумінецький С. Г., Григоришин П. М., Ломанець В. С. Спосіб визначення тромбоутворення у плазмі крові: пат. UA 58370 Україна. Бюл. № 7. 2003.

9. Полянський І. Ю., Ніцович Б. М., Гумінецький С. Г., Григорчук Ф. В., Бродовський С. П. Спосіб спектрофотометричної діагностики запально-

деструктивних захворювань в черевній порожнині: пат. UA 77018 Україна. Бюл. № 4. 2004.

10. Guminetskiy S. G., Kirsh N. L., Lomanets V. S., Lazurka I. I., Yakobets I. I. Diagnostics of jaundice from the change of the transmission coefficient of the human body. Proc. SPIE. 2004. Vol. 5477. Sixth International Conference on Correlation Optics. DOI: 10.1117/12.559856.

11. Guminetskij S. G., Polianski I. J., Motrich A. V., Grinchuk F. V. Spectrophotometer properties of vein blood plasma in UF-region patients with sharp surgical pathology of abdominal region organs. Proc. SPIE. 2006. Vol. 6254. 62541T. DOI: 10.1117/12.679968.

12. Guminetskiy S. H., Ushenko O. G., Polyanskiy I. P., Motrych A. V., Grynchuk F. V. The optical method for investigation of the peritonitis progressing process. Proc. SPIE. 2008. Vol. 7008. 700827. DOI: 10.1117/12.797375.

13. Guminetskiy S. G., Motrich A. V., Poliansky I. Yu., Hyrla Ya. V. Electronic and oscillation absorption spectra of blood plasma at surgical diseases of thyroid gland. Proc. SPIE. 2011. Vol. 8338. 83381N. DOI: 10.1117/12.920602.

14. Ushenko O. G., Poliansky I. Y., Guminetskiy S. G., Motrich A. V., Hyrla Ya. V. Electronic absorption spectra of blood plasma of patients with various forms of goiter. Proc. SPIE. 2011. Vol. 8338. 833822. DOI: 10.1117/12.920929.

15. Спосіб діагностики тиреотоксикозу: пат. на корисну модель № 59920 Україна. Зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України на корисні моделі 10.06.2011.

16. Спосіб діагностики панкреонекрозу: пат. на корисну модель № 62380 Україна. Зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України на корисні моделі 25.08.2011.

17. Спосіб діагностики гострого панкреатиту: пат. на корисну модель № 62667 Україна. Зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України на корисні моделі 12.09.2011.

DIGITAL CHEMISTRY EDUCATION AND INTERDISCIPLINARY INTEGRATION: THEORETICAL ASPECTS OF THE PTABLE PLATFORM

Azizova Zahra Yasin
Student, Faculty of Chemistry
Baku State University

Guliyeva Maia Elmuraz
PhD student
Department of Chemistry Teaching Methodology
Baku State University

Nagiyev Khalil Jamal
Professor, Doctor of Chemical Sciences
Baku State University

Introduction

In the contemporary era, the rapid evolution of information and communication technologies (ICT) continues to reshape educational frameworks, enriching traditional instructional tools with advanced digital resources. Beyond merely facilitating the delivery of educational content, the digital transformation significantly enhances the acquisition, analysis, visualization, and cross-disciplinary synthesis of scientific information. Consequently, examining the theoretical potential of digital technologies within natural science pedagogy—particularly in chemistry education—remains a critical academic pursuit.

Chemistry addresses complex and abstract concepts, including atomic structure, elemental properties, matter composition, and chemical transformations. Because many of these phenomena cannot be directly observed, modeling, graphical representations, symbols, and visualization tools play an indispensable role in their pedagogical explanation. Digital technologies allow such data to be organized and presented interactively. The significance of digital tools in chemistry education lies precisely in their ability to bridge macro-phenomena, sub-microscopic atomic/molecular processes, and symbolic notations [1].

Within this context, the Ptable interactive periodic table serves as a notable digital resource for visualizing and systematizing data concerning chemical elements. A theoretical investigation of this platform sheds light on the intersections between chemistry and information technology, while broadening our understanding of interdisciplinary integration.

Theoretical Foundations of Digital Chemistry Education

Digital chemistry education encompasses the utilization of electronic resources, interactive platforms, computational simulations, and digital databases to acquire,

present, and analyze chemical knowledge. This approach enables multi-faceted representations of chemical concepts, facilitating a more structured mastery of complex data.

Compared to other natural sciences, chemistry operates across distinct descriptive tiers. At the macroscopic level, observable properties of matter are examined; at the sub-microscopic level, the architecture of atoms and molecules is explored; and at the symbolic level, chemical formulas, signs, and equations are analyzed. For students to achieve meaningful comprehension, establishing seamless cognitive links among these tiers is essential.

The theoretical value of digital resources stems from their capacity to present information across these tiers in an integrated manner. Interactive visualization tools simplify the representation of abstract data, aiding in the comparison of chemical parameters and the identification of underlying regularities. Nevertheless, the mere presence of a digital resource does not automatically guarantee pedagogical efficacy; factors such as scientific accuracy, curricular alignment, and correct interpretation of data are paramount [2].

Thus, the theoretical framework of digital chemistry education is defined by the role of technology in knowledge representation, data visualization, the fostering of scientific reasoning, and the cross-disciplinary integration of scientific concepts.

Functional and Scientific Capabilities of the Ptable Platform

Ptable is a web-based platform that presents the periodic system of chemical elements in an interactive format. A primary feature of the platform is its capacity to aggregate diverse data concerning each element within a unified digital environment. Users can explore atomic numbers, atomic weights, electron configurations, isotopic distributions, and various physicochemical properties, while monitoring periodic trends through dynamic color-coding and visual indicators [3].

The theoretical analysis of the Ptable platform highlights several key dimensions:

1. **Systematization of Chemical Elements**: The platform mirrors the structured arrangement of the periodic table based on atomic numbers, groups, and periods. This architecture establishes a scientific basis for examining the intrinsic relationships and periodic laws governing chemical elements.

2. **Advanced Data Visualization**: By mapping distinct properties onto color scales and visual graphs, the platform enables comparative analyses of elemental similarities and differences. For instance, examining trends in atomic radii, ionization energies, and related metrics allows learners to trace directional shifts across the periodic system.

3. **Integration of Microscopic Physics Concepts**: The inclusion of electron configurations and atomic orbital data underscores the platform's potential to link chemical phenomena with the theoretical principles of physics. These parameters are crucial for explaining the relationship between atomic structure, energy levels, and elemental positioning.

4. **Isotopic and Nuclear Insights**: Data regarding isotopes and their characteristics broadens the scientific context of the "chemical element" concept, bridging chemistry with nuclear physics.

While these attributes position Ptable as a versatile interactive resource rather than a static periodic table, its functional capabilities must be analytically distinguished from direct learning outcomes. Robust conclusions regarding student achievement necessitate dedicated pedagogical research and empirical data.

The Ptable Platform and Interdisciplinary Integration

Interdisciplinary integration involves examining knowledge across disparate scientific domains to explain complex phenomena through a unified framework. Given its intrinsic nature, chemistry is deeply intertwined with physics, biology, mathematics, informatics, and environmental science. Consequently, the theoretical evaluation of digital resources in chemistry instruction holds substantial cross-disciplinary value.

The architectural features of Ptable facilitate these linkages across multiple domains:

- **Chemistry and Physics**: Concepts such as electronic structure, electron configurations, isotopes, and ionization energies connect chemical knowledge with physical theories of atomic architecture and energy states.
- **Chemistry and Mathematics**: The numerical expression of elemental properties, comparative data sets, and the analysis of periodic variations inherently engage mathematical reasoning. Quantitative comparisons and trend interpretations exemplify the synthesis of mathematical principles with chemical data.
- **Chemistry and Informatics**: As a web-based interactive platform, Ptable relies on digital data organization, electronic information resources, and visualization technologies, demonstrating the direct synergy between chemical communication and modern information technology.
- **Biology and Environmental Science**: Elements such as carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, phosphorus, and sulfur form the structural backbone of living systems. The platform serves as a foundational reference point for exploring the biological significance and environmental distribution, toxicity, and ecological impact of these elements. However, drawing definitive ecological conclusions requires complementing platform data with specialized environmental databases.

Conclusion

The theoretical analysis demonstrates that digital technologies offer profound advantages for modern chemistry education by enhancing data presentation, visualization, and cross-disciplinary integration. The Ptable interactive platform effectively unifies elemental properties, electron configurations, and periodic trends within a single digital ecosystem.

While empirical studies are ultimately required to measure actual pedagogical gains in classroom settings, the theoretical examination of Ptable confirms its value as a powerful informational and visual resource. Ultimately, platform-based resources contribute to a deeper academic understanding of the reciprocal relationship between digital technology and scientific knowledge in contemporary education.

References

1. Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry—logical or psychological? Chemical Education Research and Practice, 1(1), 9–15.

2. Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: Visualization of the molecular world using animations. Chemistry Education Research and Practice, 7(2), 141–159.

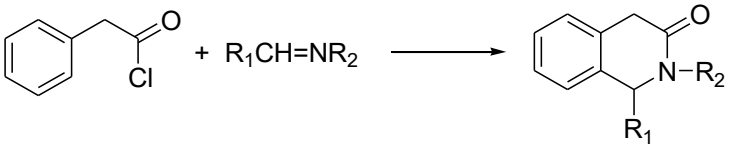
3. Ptable. (2026). Interactive Periodic Table. Available online: https://ptable.com

SYNTHESIS OF ADAMANTYLCONTAINING 3-OXOTETRAHYDROISOQUINOLINES USING AMIDOALKYLATING REAGENTS

Klimko Yurii
Ph.D, Ass. prof
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
Kiyv. Ukraine

Introduction.

The core of tetrahydrozoquinoline is part of such well-known alkaloids as Coripulin, Glauzin, Pronunciferin and others. Many of them exhibit antimicrobial, antispasmithin, anti-inflammatory activity. On the other hand, it is known that the presence of volumetric frame substituents (adamantyl, diamantyl, etc.) in a molecule with pharmacophoric groups increases lipophilicity, reduces toxicity, in some cases significantly increases the activity of drugs.



I: R_1=Ph; R_2=Ad-, $AdCH_2$-, $AdCH_2CH_2$-
II: R_1=$AdCH_2$-, R_2=Ph

Aim.

The purpose of the work presented is to synthesize potential active drugs containing in positions 1 and 2 of the isochinolin nucleus various adamantyl-containing radicals.

Meterials and methods.

The bases of Schiff was synthesized by method [1]. The reagents of the company Lankaster were used. Studies of NMR ^1H spectra were performed on the JEOL spectrometer (90 MHz) in CDCL3, chemical shifts were measured in δ -shift. Chromatomass spectra are measured on the Hewlett-Packard 5890-II device with a detector MSD 59771A (capillary 30 m, HP-1, 100-250 ºC, 10º / min).

Resalts and discussion.

For the preparation of structures presented in the scheme, a method of amidoalkylating agents - the bases of Schiff [1] were used. The latter were synthesized on the basis of benzaldehyde and adamantyl-containing amines (I) and 2- (1-adamantyl) of ethanal and aniline (II).

The reaction was carried out in a dichloroethane medium and the presence of excess triethylamine.

The outputs of the target products were: for R_2 = Ad - 78%, $AdCH_2$ - 84%, $AdCH_2CH_2$ - 87%, R_2 = $AdCH_2$ - 66%.

The structure of substances is proved by IR, NMR 1N and 13C spectroscopy.

Conclusions.

A convenient method of synthesis of potentially physiologically active adamantyl-containing 3-oxotetrahydroisoqinolins has been developed.

References

[1] Venkov A.P., Mollov N.M.//Synthesis. – 1982. - №3. – P.216-217.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СЕГМЕНТАЦІЇ УРАЖЕНЬ ШКІРИ НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ AE-UNET++

Арсенюк Ігор Ростиславович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук
Вінницький національний технічний університет

Трегуб Артем Костянтинович
здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
Вінницький національний технічний університет

Постановка проблеми. Рак шкіри є однією з найпоширеніших груп онкологічних захворювань, а меланома — найнебезпечнішою з них: у 2022 р. у світі зафіксовано понад 330 тис. нових випадків меланоми і майже 60 тис. смертей від неї [1]. Прогноз лікування визначається стадією, на якій виявлено пухлину, тому актуальними є засоби автоматизованого аналізу дерматоскопічних зображень, що допомагають лікарю на етапі скринінгу. Ключовим етапом такого аналізу є сегментація — виділення межі ураження, від якої залежать обчислення ознак асиметрії, меж і кольору та класифікація новоутворення [2].

Аналіз останніх досліджень. Стандартом сегментації медичних зображень є архітектура U-Net [3] із симетричними енкодером і декодером та пропусковими з'єднаннями. U-Net++ [4] замінює прості з'єднання вкладеними щільними, а Attention U-Net [5] додає вентилі уваги, що пригнічують фон. Вітчизняні дослідники застосовують поєднання attention U-Net із глибинно-розділюваними згортками для сегментації медичних зображень [6], а також енкодер EfficientNet для класифікації уражень шкіри на наборі HAM10000 [7]. У попередніх роботах [8, 9] для сегментації уражень шкіри на наборі HAM10000 використано U-Net, яка досягла коефіцієнта Dice 88,92 %; основні помилки виникали на зображеннях із низьким контрастом, волоссям і нечіткими межами. Невирішеним лишається питання, який саме елемент складної архітектури дає приріст точності, а також як автоматично виявляти зображення, на яких сегментація ненадійна.

Мета роботи — підвищення точності та надійності сегментації уражень шкіри в інформаційній технології аналізу дерматоскопічних зображень шляхом удосконалення математичної моделі нейронної мережі та алгоритму її навчання.

Математична модель. Задачу сегментації подано як відображення

$$\hat{Y} = f_\theta(X), \quad X \in R^{H\times W\times 3}, \quad \hat{Y} \in [0;1]^{H\times W}, \qquad (1)$$

де X — дерматоскопічне зображення розміром $H \times W$ (256×256 пікселів); $\hat{Y}$ — карта ймовірностей належності пікселів до ураження; θ — параметри мережі. Бінарну маску отримують порогуванням $M = [\hat{Y} \geq 0{,}5]$.

Пропонована модель AE-UNet++ (Attention-EfficientNet U-Net++) складається з енкодера EfficientNet-B3 [10], попередньо навченого на ImageNet, і вкладеного декодера U-Net++. Енкодер формує карти ознак $X^{i,0}$, $i = 0,\dots,4$, на п'яти масштабах. Вузли декодера обчислюються так:

$$X^{i,j} = H\left(\left[A\left(X^{i,0}, G\right), \dots, A\left(X^{i,j-1}, G\right), G\right]\right), \quad G = U\left(X^{i+1,j-1}\right), \qquad (2)$$

де $j = 1,\dots,4 - i$; $U(\cdot)$ — білінійне збільшення роздільної здатності; $[\cdot]$ — конкатенація; $A(\cdot)$ — вентиль уваги; $H(\cdot)$ — два згорткові блоки «згортка 3×3 — пакетна нормалізація — ReLU» з блоком scSE. Кожен вхід вузла з пропускового шляху зважується вентилем уваги із сигналом керування G з глибшого рівня:

$$A(x, G) = x \odot \sigma\left(\psi^T\, ReLU\left(W_x x + W_g G + b_g\right) + b_\psi\right), \qquad (3)$$

де W_x, W_g, ψ — ваги згорток 1×1; σ — сигмоїда; $\odot$ — поелементний добуток. Блок scSE [11] у кожному вузлі декодера одночасно перекалібровує канали та просторові позиції:

$$scSE(x) = x \odot \sigma\left(W_2\, \delta\left(W_1\, GAP(x)\right)\right) + x \odot \sigma(w_s * x), \qquad (4)$$

де GAP — глобальне усереднення; W_1, W_2 — шари 1×1 зі стисненням каналів у 16 разів; δ — ReLU; w_s — згортка 1×1.

Для глибокого нагляду до вузлів $X^{0,j}$, $j = 1,\dots,4$, під'єднано чотири вихідні голови $\hat{Y}_j$, а функцію втрат задано як

$$L = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} \left[0{,}5\, L_{BCE}\left(\hat{Y}_j, Y\right) + 0{,}5\, L_{Dice}\left(\hat{Y}_j, Y\right)\right], \qquad (5)$$

$$L_{Dice} = 1 - \frac{2\sum_p \hat{y}_p y_p + \varepsilon}{\sum_p \hat{y}_p + \sum_p y_p + \varepsilon}, \qquad (6)$$

де Y — еталонна маска; p — індекс пікселя; $\varepsilon = 1$. Під час прогнозування виходи голів усереднюються. Додавання до (5) складової Lovász-hinge L_{Lov}, що безпосередньо згладжує метрику IoU, дає функцію $L' = L + \lambda L_{Lov}$, $\lambda = 0{,}5$.

Для оцінювання надійності прогнозу використано Monte Carlo dropout [12]: після кожного вузла декодера вмикається Dropout ($p = 0{,}1$), а за $T = 20$ стохастичних прогонів обчислюється середня невизначеність у зоні ураження

$$u = \frac{1}{|\Omega|}\sum_{p\in\Omega} \left(1 - \left|2\bar{y}_p - 1\right|\right), \quad \bar{y}_p = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \hat{y}_p^{(t)}, \qquad (7)$$

де Ω — множина пікселів, віднесених до ураження. Зображення з високим u скеровуються на перевірку лікарем.

Алгоритм. Інформаційна технологія реалізує такий алгоритм: 1) завантаження зображення та маски, зміна розміру до 256×256, нормалізація за статистиками ImageNet; 2) аугментація: віддзеркалення, повороти на 90°, афінні перетворення, зміна яскравості, контрасту та відтінку; 3) прямий прохід за формулами (2)–(4) і обчислення втрат (5)–(6); 4) оптимізація AdamW з косинусним зменшенням кроку ($3 \cdot 10^{-4}$ для декодера і втричі менший для енкодера), до 40 епох з ранньою зупинкою за валідаційним Dice; 5) прогнозування: усереднення виходів голів і порогування 0,5; 6) за потреби — оцінювання невизначеності (7) і відбір зображень для перевірки; 7) оцінювання

якості за Dice та IoU для кожного зображення і перевірка значущості різниці між моделями критерієм Вілкоксона [13].

Наукова новизна. Удосконалено модель сегментації дерматоскопічних зображень на основі U-Net++, яка, на відміну від відомих, поєднує попередньо навчений енкодер EfficientNet-B3, вентилі уваги на вкладених пропускових з'єднаннях, блоки scSE та глибокий нагляд з комбінованою функцією втрат, що дало змогу підвищити точність за вдвічі меншої кількості параметрів. Уперше для цієї технології виконано покрокове абляційне дослідження з перевіркою значущості кожного кроку критерієм Вілкоксона, яке показало, що основний внесок дає ініціалізація енкодера ваговими коефіцієнтами ImageNet, а не механізми уваги. Додатково запропоновано оцінювання невизначеності сегментації, що дозволяє автоматично виявляти ненадійні результати. Найближчий аналог, EfficientUNet++ [14], розроблено для сегментації коронарних артерій і не містить вентилів уваги.

Результати експериментів. Експерименти проведено на наборі HAM10000 [15] з еталонними масками (10 015 зображень), випадково поділеному на навчальну, валідаційну і тестову вибірки (8012 / 1001 / 1002 зображення). Базова модель M0 — відтворена U-Net з роботи [8]. Результати покрокового вдосконалення наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Покрокове вдосконалення моделі на тестовій вибірці HAM10000

Модель	Конфігурація	Парам., млн	Dice, %	IoU, %
M0	U-Net (база)	27,9	93,17	88,31
M1	U-Net, аугментація, BCE+Dice	31,0	93,31	88,57
M3	U-Net++ + EfficientNet-B3 (без ImageNet)	14,2	93,39	88,62
M4	M3 + ваги ImageNet	14,2	94,80	90,76
M5	M4 + вентилі уваги + scSE (AE-UNet++)	14,3	94,82	90,81
M9	M5 + Lovász-hinge	14,3	94,97	90,98

AE-UNet++ (M5) підвищила середній Dice відносно базової моделі на 1,65 в. п., а IoU — на 2,50 в. п. ($p \approx 6 \cdot 10^{-28}$), зменшила кількість зображень з Dice нижче 80 % із 71 до 30 і вдвічі скоротила кількість параметрів (14,3 проти 27,9 млн), обробляючи зображення швидше (8,2 проти 9,4 мс). Покрокове порівняння показало, що перехід від M3 до M4 (ваги ImageNet) дає +1,41 в. п. Dice ($p \approx 6 \cdot 10^{-53}$), тоді як додавання вентилів уваги і scSE (M4→M5) — лише +0,02 в. п., що статистично незначуще ($p = 0{,}79$). Заміна функції втрат на Focal Tversky погіршила результат (94,24 %), Lovász-hinge дав невеликий, але значущий приріст +0,14 в. п. ($p = 0{,}001$). Найбільший виграш у M5 відносно M0 отримано для складних класів: базальноклітинної карциноми (з 78,95 до 85,00 %) і доброякісного кератозу (з 90,66 до 94,03 %).

Оцінювання невизначеності (7) на моделі з Dropout показало сильний зв'язок із якістю сегментації: кореляція Спірмена з Dice становить $\rho = -0{,}78$, а площа під ROC-кривою для виявлення невдалих сегментацій (Dice < 80 %) — 0,93. Скерування на перевірку 10 % зображень із найвищою невизначеністю охоплює

19 з 25 невдалих випадків і підвищує середній Dice решти зображень до 96,10 %; ціна — збільшення часу обробки з 8 до 136 мс.

Висновки. Запропоновано удосконалену модель AE-UNet++ та алгоритм її навчання для сегментації уражень шкіри. Модель підвищила Dice з 93,17 до 94,82 % та IoU з 88,31 до 90,81 % за вдвічі меншої кількості параметрів, а використання Lovász-hinge довело Dice до 94,97 %. Абляційне дослідження показало, що основну частину приросту забезпечує попередньо навчений енкодер, а внесок механізмів уваги в цій задачі статистично незначущий. Оцінювання невизначеності дозволяє виявляти до 76 % невдалих сегментацій, скеровуючи лише 10 % зображень на перевірку. Подальші дослідження передбачають поділ вибірки за новоутвореннями та перевірку моделі на зовнішньому наборі PH2.

Список літератури

1. Bray F., Laversanne M., Sung H. et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2024. Vol. 74, no. 3. P. 229–263. DOI: 10.3322/caac.21834.

2. Mirikharaji Z., Abhishek K., Bissoto A. et al. A survey on deep learning for skin lesion segmentation. Medical Image Analysis. 2023. Vol. 88. Art. 102863. DOI: 10.1016/j.media.2023.102863.

3. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: convolutional networks for biomedical image segmentation. MICCAI 2015. Cham : Springer, 2015. P. 234–241. DOI: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.

4. Zhou Z., Siddiquee M. M. R., Tajbakhsh N., Liang J. UNet++: redesigning skip connections to exploit multiscale features in image segmentation. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2020. Vol. 39, no. 6. P. 1856–1867. DOI: 10.1109/TMI.2019.2959609.

5. Oktay O., Schlemper J., Le Folgoc L. et al. Attention U-Net: learning where to look for the pancreas. MIDL 2018. Amsterdam, 2018. arXiv:1804.03999.

6. Столярчук Є. Ю., Сулема Є. С. Гібридна архітектура attention U-Net з глибинно-розділюваними згортками для сегментації зображень. Науковий вісник НЛТУ України. 2026. Т. 36, № 4. С. 44–50. DOI: 10.36930/40360405.

7. Нечипоренко Н. І., Хоменко О. С., Лосіхін Д. А. Двоетапна система глибокого навчання для класифікації уражень шкіри. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. 2026. Вип. 53, т. 2. С. 93–99. DOI: 10.31498/2225-6733.53.2.2026.359935.

8. Трегуб А. К. Програмний модуль розпізнавання раку шкіри : бакалаврська кваліфікаційна робота : спец. 122 «Комп’ютерні науки» / наук. кер. І. Р. Арсенюк. Вінниця : ВНТУ, 2025.

9. Трегуб А. К., Арсенюк І. Р. Підхід щодо розпізнавання раку шкіри за допомогою нейронної мережі. Тези доповідей LIV науково-технічної конференції факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації (2025). Вінниця : ВНТУ, 2025. URL:

https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2025/paper/view/24244/20014.

10. Tan M., Le Q. V. EfficientNet: rethinking model scaling for convolutional neural networks. ICML 2019. Long Beach, 2019. P. 6105–6114.

11. Roy A. G., Navab N., Wachinger C. Concurrent spatial and channel “squeeze & excitation” in fully convolutional networks. MICCAI 2018. Cham : Springer, 2018. P. 421–429. DOI: 10.1007/978-3-030-00928-1_48.

12. Gal Y., Ghahramani Z. Dropout as a Bayesian approximation: representing model uncertainty in deep learning. ICML 2016. New York, 2016. P. 1050–1059.

13. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. Biometrics Bulletin. 1945. Vol. 1, no. 6. P. 80–83. DOI: 10.2307/3001968.

14. Silva J. L., Menezes M. N., Rodrigues T. et al. Encoder-decoder architectures for clinically relevant coronary artery segmentation. arXiv:2106.11447. 2021.

15. Tschandl P., Rosendahl C., Kittler H. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. Scientific Data. 2018. Vol. 5. Art. 180161. DOI: 10.1038/sdata.2018.161.

ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ ПІДСИСТЕМ РОЗУМНОГО БУДИНКУ (RC-МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОЇ ДИНАМІКИ, АКУМУЛЯТОР, ОСВІТЛЕННЯ) ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕАЛЬНИХ ДАНИХ

Крест'янінов І. О.,
аспірант кафедри комп’ютерних наук
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
03110 Київ, Україна

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

1. Вступ

1.1. Актуальність, мета та наукова проблема. Головне завдання системи розумний будинок - *ідентифікація* потреб мешканців та автоматичне керування домашніми пристроями для забезпечення комфорту, безпеки й енергозбереження. Тому системи розумний будинок керує так, щоб було комфортне, а система не виходила за встановлені обмеження на ресурси. Для цього контролер цієї системи повинен передбачати, що станеться з температурою, освітленістю й зарядом акумуляторної батареї, якщо зараз використати певну потужність електрики чи сонячної батареї. У розумному будинку одночасно керуються опалення/кондиціювання (HVAC), освітлення та акумулятор (АКБ), а пріоритети постійно змінюються за тарифом чи режимом (комфорт, вартість, ресурс батареї). Такий сценарій природно описується модельним прогностичним керуванням (MPC - Model Predictive Control)) із зваженою вартістю V_w та перемиканням вектору ваг $\boldsymbol{w}$. Таке передбачення дає модель, а модель відповідає реальності лише тоді, коли її параметри підігнано під конкретний будинок за виміряними даними.

Навіщо потрібні фізичні моделі. Фізичні параметри мають зміст (тепловий опір, теплоємність, коефіцієнт корисної дії, ємність), їх можна перевірити на правдоподібність, обмежити фізичними межами й перенести на інший будинок, а модель стійкіше поводиться за межами тих режимів, на яких її навчали. Тому сучасні оптимальні контролери на кожному кроці розв'язують задачу оптимізації на деякому горизонті вперед. Для цього потрібні рівняння динаміки:

 Тепловий блок (RC-модель). RC-модель описує теплові процеси в приміщенні через теплоємність (C, накопичення тепла) та тепловий опір (R, втрати тепла через стіни й вікна). Вона дозволяє прогнозувати температуру й оптимізувати опалення. Проста модель 1R1C дає загальний опис, тоді як 2R2C

використовує по два опори й ємності, окремо враховуючи інерцію повітря та стін. Це забезпечує детальніший опис і вищу точність прогнозування.

 Акумулятор. SoC (State of Charge) - є інтегратором енергії. Модель визначає, скільки реально можна віддати, коли заряджати й чи вистачить запасу при відключенні. SoC-інтегратор з опуклим послабленням — це математична модель акумулятора, у якій рівень заряду (SoC) змінюється з урахуванням заряджання, розряджання та втрат енергії, а деякі складні обмеження спрощуються для оптимізації. Опукле послаблення (Convex Relaxation) — це математичний метод, який дозволяє спростити складну задачу оптимізації. Опукле — означає, що допустима область розв'язків має опуклу форму. Це полегшує пошук оптимального рішення. Послаблення — означає, що деякі суворі математичні обмеження замінюються менш суворими.

 Освітлення. Залежність споживання від димера (рівня димування - процес регулювання яскравості освітлення за допомогою спеціального пристрою димера) і внесок у освітленість разом із природним світлом. Показує, наскільки можна зменшити світло без втрати комфорту.

Навіщо ідентифікація на реальних даних. Типові значення з довідників не підходять: у кожного будинку свої R і C, у кожної батареї свій реальний ККД і старіння, у кожного світильника свій закон споживання. Тому параметри треба оцінювати за вимірами (температура, потужності, SoC) за допомогою процедуру ідентифікації параметрів (нелінійний метод найменших квадратів і grey-box із фільтром Калмана, обмеження фізичності, мультистарт), аналіз ідентифіковності (матриця Фішера, profile likelihood). та перенесення довірчих інтервалів параметрів на матриці (A, B). Важливо отримати: а) довірчі інтервали параметрів, тобто чесну оцінку того, наскільки їм можна вірити; б) перевірку ідентифіковності: чи дані взагалі дозволяють відрізнити один параметр від іншого.

Таким чином, без точних, фізично осмислених і ідентифікованих моделей розумний будинок керується «наосліп» або за простими правилами; з ними його можна оптимізувати й математично гарантувати стійкість, а також знати межі цих гарантій через довірчі інтервали.

1.2. Аналіз останніх досліджень і наукова прогалина.

Фізичне моделювання підсистем розумного будинку поєднує опис енергетичних процесів з ідентифікацією параметрів за вимірюваннями. В [1] запропонували підхід до вибору структури моделей теплової динаміки будівель за експериментальними даними. Їхні результати становлять основу побудови RC-моделей, складність яких узгоджується з інформаційністю спостережень. Для акумуляторних накопичувачів в [2] визначили достатні умови точного послаблення обмеження, що забороняє одночасне заряджання й розряджання. Це дозволяє використовувати опуклі оптимізаційні постановки, проте потребує перевірки відповідних умов. В [3] дослідили енергоспоживання та освітленість за світильникового керування LED-освітленням. Методологічну основу аналізу достовірності параметрів надає робота [4], яка присвячена структурній і практичній ідентифіковності динамічних моделей. В [5] систематизувании

умови стійкості й оптимальності MPC з обмеженнями. В [6] обґрунтоване стійкість перемиканих систем за достатньо повільного в середньому перемикання. Застосування цих результатів до MPC зі змінними вагами потребує окремого оцінювання спадання функції значення між перемиканнями та її можливих стрибків.

Наукова прогалина в межах розглянутих джерел полягає у відсутності єдиної процедури, що поєднує ідентифікацію моделей трьох підсистем, оцінювання невизначеності їхніх параметрів і перевірку умов стійкості MPC зі змінними вагами. Тому актуальним є розроблення узгодженого підходу «реальні дані → ідентифіковані моделі → оцінювання невизначеності → перевірка умов стійкості → визначення достатнього мінімального інтервалу між перемиканнями ваг».

Мета. Розробити узгоджений підхід до побудови фізичних моделей теплової підсистеми, акумуляторного накопичувача та освітлення розумного будинку й ідентифікації їхніх параметрів за реальними вимірюваннями з урахуванням невизначеності для подальшої перевірки умов стійкості модельного прогностичного керування (MPC) зі змінними вагами критеріїв комфорту, енерговитрат і ресурсу акумулятора..

2. Постановка задачі

2.1. MPC (Weighted Cost Model Predictive Control) із зваженою цільовою функцією / ваговими коефіцієнтами). Застосовується в теорії керування та оптимізації multi-agent та інженерних систем для багатокритеріальної оптимізації та пошуку компромісу між протилежними цілями. Описується:

2.1.1 Змінні стану та керування у відхиленнях. Вектор стану системи $\boldsymbol{X(t)} \in \mathbb{R}^{\boldsymbol{n}}$:

$$X(\boldsymbol{t}) = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\vartheta(t) - \vartheta_{set}} \\ \boldsymbol{E_v(t) - E_{ref}} \\ \boldsymbol{SoC(t) - SoC_{set}} \end{pmatrix} \quad (1)$$

де: $\boldsymbol{\vartheta(t) - \vartheta_{set}}$- відхилення температури в приміщенні від заданого значення; $\boldsymbol{E_v(t) - E_{ref}}$ **-** відхилення енергії накопичувача від референсного профілю; $\boldsymbol{SoC(t) - SoC_{set}}$**-** відхилення рівня заряду акумулятора від цільового значення.

Вектор керування подано у відхиленнях від рівноважних значень $\boldsymbol{U(t)} \in \mathbb{R}^{\boldsymbol{m}}$:

$$\boldsymbol{X(t)} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{P_{hvac}(t)} \\ \boldsymbol{d(t)} \\ \boldsymbol{P_{net}(t)} \end{pmatrix} \quad (2)$$

де: $\boldsymbol{P_{hvac}(t)}$ **-** потужність системи опалення/вентиляції/кондиціонування; $\boldsymbol{d(t)}$**-** допоміжна змінна модуляторного керування / попит; $\boldsymbol{P_{net}(t)}$**-** потужність обміну з зовнішньою мережею.

2.1.2. Лінійна стохастична / збурена модель стану. Динаміка системи описується дискретним рівнянням у стані відхилень лінійною моделлю:

$$\boldsymbol{X(t+1) = AX(t) + BU(t) + E\xi(t)} \quad (3)$$

де: $\boldsymbol{A, B, E}$ **-** матриці системи відповідних розмірностей; $\boldsymbol{\xi(t)}$ **-** вектор зовнішніх збурень.

2.1.3 Багатокритеріальний функціонал якості (Pareto MPC). Задача MPC на горизонті $\boldsymbol{H}$. На прогнозованому горизонті $\boldsymbol{H}$ розглядається зважений критерій оптимальності:

$$\boldsymbol{V_w(X) = \min_{U_0,\dots,U_{H-1}} \left(\sum_{h=0}^{H-1} [X(h)^T Q_w X(h) + U(h)^T R_w U(h)] + X(H)^T P_w X(H) \right)} \tag{4}$$

де: $\boldsymbol{w = w_1, w_2, \dots, w_K^T}$ − матриці ваг є комбінацією критеріїв з урахуванням векторних ваг, які визначаються:

$$\boldsymbol{Q_w = \sum_{i=0}^{K} w_i Q_i, \;\; R_w = \sum_{i=0}^{K} w_i R_i, \quad P_w = \sum_{i=0}^{K} w_i P_i,} \tag{5}$$

Множина допустимих ваг Парето задається симплексом з нижньою межею:

$$\boldsymbol{\mathcal{W} = \left(w \in \mathbb{R}^K \middle| \sum_{i=0}^{K} w_i = 1, w_i \geq w_{min} > 0\right)} \tag{6}$$

2.1.4 Обмеження задачі MPC. Процес оптимізації підпорядкований системі обмежень на стан, керування та кінцеву область: а) Модель прогнозування (номінальна): $\boldsymbol{X(h+1) = AX(h) + BU(h), \;\; h = 0, 1, \dots, H-1;}$ б) Обмеження на стан: $\boldsymbol{X(h) \in \mathcal{X}, \; \forall\, h = 0, 1, \dots, H}$; в) Обмеження на керування: $\boldsymbol{U(h) \in \mathcal{U}, \forall\, h = 0, 1, \dots, H-1}$; г) Кінцева інваріантна множина: $\boldsymbol{X(H) \in \mathcal{X}_f \subseteq \mathcal{X}}$

2.1.5 Обмеження часу витримки (Dwell-Time) та динаміка перемикання ваг. Оскільки ваги $\boldsymbol{w}$ можуть адаптивно або координовано змінюватися залежно від умов середовища або стану інших агентів (у задачах багатоагентного Pareto-Nash-MPC), моменти часу перемикання ваг позначено як $\boldsymbol{t_{sw}}$**(p)**, де $\boldsymbol{p = 1, 2,\dots}$-індекс перемикання. Для запобігання надто частим перемиканням (часовому «дребезгу», який може дестабілізувати гібридну систему), вводиться жорстке обмеження на мінімальний час між послідовними перемиканнями (dwell-time constraint): $\boldsymbol{t_{sw}(p+1) - t_{sw}(p) \geq \tau_{sw}}$ – у кроках дискретизації: $\boldsymbol{N_d}$. Тобто зміна вектору ваг $\boldsymbol{w(t)}$ дозволена лише за умови:$\boldsymbol{\Delta t \geq N_d}$**,** що забезпечує структурну стійкість замкненої системи в режимі гібридного перемикання.

2.2. Умови A1–A6 і результат

• **A1.** Множини $\boldsymbol{\mathcal{X}, \; \mathcal{U}}$ опуклі, компактні, містять 0 у внутрішності та не залежать від $\boldsymbol{w}$ — щоб зміна ваг не змінювала допустимий простір.

• **A2.** Існує спільна для всіх $\boldsymbol{w}$ область $\boldsymbol{\mathcal{D}}$, у якій задача допустима, а V_w скінченна — усі початкові стани з $\boldsymbol{\mathcal{D}}$ керовані за N кроків у $\mathcal{X}_f$.

• **A3.** $\boldsymbol{Q_w \geq q_{min} I}$, $\forall \boldsymbol{w \in \mathcal{W}}$, $\boldsymbol{R_w \geq r_{min} I}$, $\forall \boldsymbol{w \in \mathcal{W}}$ на компактній $\boldsymbol{\mathcal{W}}$ — для рівномірної нижньої межі функції значення.

• **A4.** Існують термінальні $\boldsymbol{P_w}$, $\boldsymbol{K}$, $\boldsymbol{\mathcal{X}_f}$, причому $\boldsymbol{\mathcal{X}_f}$ інваріантна під $\boldsymbol{u = K_x}$, а термінальна вартість є функцією Ляпунова.

• **A5.** Рекурсивна допустимість та оцінка стрибка $\mathbf{c_2}$, не залежна від $\boldsymbol{w}$ — для кількісного обмеження зростання $\boldsymbol{V}$ при перемиканні.

• **A6.** Мінімальний час витримки між перемиканнями $\boldsymbol{N_d}$ — щоб спадання $\boldsymbol{V}$ між перемиканнями компенсувало її стрибок.

Якщо виконано **A1–A6** і час між перемиканнями не менший за $\boldsymbol{N_d}$, замкнений контур експоненційно стійкий.

2.3 Опис математичного апарату для доведення стійкості перемиканих (switched) або гібридних систем за допомогою функцій Ляпунова та концепції середнього часу перебування (Average Dwell Time, ADT).

2.3.1 Двосторонній обмеженик функції Ляпунова умова гарантує:

1. Нижня межа: $\boldsymbol{\alpha_{lo}\|X\|^2 \leq V_w(X)}$ - Забезпечує додатну визначеність (positive definiteness) та радіальну необмеженість (radial unboundedness) функції Ляпунова. Зміст: Функція $\boldsymbol{V_w(X)}$ дорівнює нулю лише в точці спокою $\boldsymbol{(X = 0)}$ і строго зростає у всіх інших напрямках. Крім того, оскільки $\boldsymbol{\alpha_{lo} > 0}$, при віддаленні стану системи від початку координат ($\boldsymbol{\|X\| \to \infty}$) значення $\boldsymbol{V_w(X)}$ обов'язково прямує до нескінченності. Це виключає ситуації, коли енергія системи «зникає» або залишається обмеженою при великих відхиленнях.

2. Верхня межа: $\boldsymbol{V_{min}(X) \leq \alpha_{up}\|X\|^2}$ - Обмежує швидкість зростання функції Ляпунова зверху (квадратична мажоранта). Зміст: Значення функції $\boldsymbol{V_w(X)}$ не може перевищувати певну квадратичну функцію від норми стану. Це гарантує, що система не має «вибухових» неконтрольованих викидів енергії всередині поточного режиму. Головний висновок - разом обидві нерівності означають еквівалентність функції Ляпунова квадрату норми стану.

2.3.2 Спадання на інтервалі сталості режиму (підсистеми). Показує швидкість затухання (або контрактність) процесу всередині кожної окремої підсистеми:

$$\boldsymbol{V_w(X^+) \leq \lambda_{dec} = 1 - \frac{c_{lo}}{\alpha_{up}}} \tag{7}$$

Має ключове значення для розуміння динаміки системи:

1. *Експоненційне зменшення «енергії» системи*. Показує, що на кожному наступному кроці ($\boldsymbol{X^+}$ порівняно з поточним $\boldsymbol{X}$) значення функції Ляпунова зменшується щонайменше у $\boldsymbol{\lambda_{dec}}$ разів. Це гарантує локальну або внутрішню асимптотичну стійкість кожного окремого стану підсистеми.

2. *Вплив параметрів системи через* $\boldsymbol{\lambda_{dec}}$. Коефіцієнт спадання безпосередньо пов'язаний із внутрішніми характеристиками системи: (а) $\boldsymbol{c_{lo}}$ (нижня межа дисипації/параметрів) - чим він більший, тим інтенсивніше підсистема гасить енергію; (б) $\boldsymbol{\alpha_{up}}$ (верхня межа функції Ляпунова) - чим вона менша, тим

щільніше функція «притиснута» до норми стану, що також покращує оцінку швидкості спадання.

3. *Результат:* Чим меншим є значення $\boldsymbol{\lambda_{dec}}$, тим швидше (крутіше) відбувається затухання процесів усередині поточного режиму.

2.3.3 Умова сплеску при перемиканні режиму $\boldsymbol{w \to w''}$**.** У робастних системах із перемиканням зміна режиму (наприклад, $\boldsymbol{w \to w''}$) може призводити до тимчасового зростання енергії (так званих сплесків або «стрибків», які описуються коефіцієнтом $\boldsymbol{\Gamma(w, w'')}$. Нехай $\boldsymbol{V_{w''}(X) \le \Gamma(w, w'')V_w(X)}$, де відносний стрибок функції Ляпунова та його верхня межа визначаються як:

$$\boldsymbol{\Gamma(w, w'') = \min_i \frac{w''_i}{w_i} \le \Gamma_{max} = \frac{1-(N-1)w_{min}}{w_{min}}} \quad (8)$$

Тому спадання на інтервалах сталості виконує роль стабілізуючого буфера: воно забезпечує необхідний «запас міцності», накопичуючи енергетичне згасання між перемиканнями, щоб компенсувати можливі майбутні стрибки і зберегти загальну стійкість системи.

2.3.4 Достатня умова на середній інтервал між перемиканнями ADT. Достатня умова на мінімальну кількість кроків $\boldsymbol{N_d}$ між перемиканнями для забезпечення асимптотичної стійкості має вигляд:

$$\boldsymbol{N_d = \frac{\ln \Gamma_{max}}{\ln \frac{1}{\lambda_{dec}}}} \quad (9)$$

2.4 Вимоги до моделей

Із умов A1–A6 випливає: (а) опуклість допустимих множин (для АКБ — опукле послаблення умови $\boldsymbol{P_{ch} \cdot P_{dis} = 0}$, для освітлення — опукла залежність $\boldsymbol{P(d)}$). Пояснення: У задачах оптимального керування енергосистемами потужність заряду $\boldsymbol{P_{ch} > 0}$ та розряду $\boldsymbol{P_{dis} > 0}$ акумуляторної батареї пов'язані фізичною умовою: батарея не може одночасно заряджатися і розряджатися. Це задається нелінійною і неопуклою білінійною умовою: $\boldsymbol{P_{ch} \cdot P_{dis} = 0}$.; (б) початок координат у внутрішності множин (робоча точка не на межі); (в) стабілізовність пари (A, B), зокрема для ***SoC*** як інтегратора (власне число 1); (г) спільні обмеження (потужність вводу) не залежать від $\boldsymbol{w}$.

3. Фізичні моделі підсистем

3.1. Тепловий блок

3.1.1 Модель теплової динаміки будівлі 1R1C. *Диференціальне рівняння неперервного часу:*

$$\boldsymbol{C \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\vartheta_{out} - \vartheta}{R} + \eta_h P_{hvac} + Q_{gain}} \quad (10)$$

де $\boldsymbol{R}$ — термічний опір огороджень, $\boldsymbol{C}$ — теплоємність, $\boldsymbol{\eta_h}$ — ефективність HVAC, $\boldsymbol{Q_{gain}}$ — внутрішні та сонячні надходження.

3.1.2 Модель теплової динаміки будівлі 2R2C. *Система диференціальних рівнянь для двовузлової моделі*:

$$C_a \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\vartheta_m - \vartheta}{R_i} + \frac{\vartheta_{out} - \vartheta}{R_e} + \eta_h P_{hvac} + Q_{gain} \quad (11)$$

$$C_m \frac{d\vartheta_m}{dt} = \frac{\vartheta - \vartheta_m}{R_i} \quad (12)$$

3.1.3 Опис у відхиленнях та обмеження керування
Рівноважна потужність HVAC:

$$P_{hvac}^{ss} = \frac{(1-\alpha_\vartheta)\vartheta_{set} - \alpha_{out}\vartheta_{out} - \vartheta_{gain}}{\alpha_P} \quad (13)$$

Множина допустимих керувань у відхиленнях $\mathcal{U}_{th}$*:*

$$\mathcal{U}_{th} = \{\delta P | P_{min} - P^{ss} \le \delta P \le P_{max} - P^{ss}\} \quad (14)$$

3.1.4 Вектор збурень. *Збурюючі фактори середовища:*

$$\hat{\xi} = \left[\vartheta_{out}, \vartheta_{gain}, E_v^{day}\right]^T \quad (15)$$

3.2. Акумулятор
3.2.1 Динаміка рівня заряду батареї (SoC)
Базова модель дискретного часу:

$$SoC(t+1) = SoC(t) + \frac{\Delta t}{E_{cap}}\left(\eta_{ch} P_{ch}(t) - \frac{P_{dis}(t)}{\eta_{dis}}\right), \quad (16)$$

3.2.2 Динаміка рівня самозаряду батареї (SoC)
Модель із урахуванням саморозряду:

$$SoC(t+1) = (1-\varepsilon_{sd})SoC(t) + \frac{\Delta t}{E_{cap}}\left(\eta_{ch} P_{ch}(t) - \frac{P_{dis}(t)}{\eta_{dis}}\right) \quad (18)$$

де: $SoC(t)$ - стан заряду в момент часу t; E_{cap} - корисна ємність акумулятора; Δt - крок дискретизації за часом; $P_{ch}(t), P_{dis}(t)$ - потужність заряду та розряду; η_{ch}, η_{dis} - ефективність (коефіцієнти корисної дії) заряду та розряду; ε_{sd} - коефіцієнт саморозряду. За потреби враховують саморозряд: множник $1 - \varepsilon_{sd}$ перед $SoC(t)$. *Обмеження потужності та рівня заряду:* $0 \le P_{ch} \le P_{ch\,max}$, $0 \le P_{dis} \le P_{dis\,max}$, $SoC_{min} \le SoC \le SoC_{max}$

3.3. Освітлення

3.3.1 Модель енергоспоживання освітлення. Споживана потужність системи освітлення моделюється як опукла функція від рівня димування (яскравості) d:

$$\boldsymbol{P_{lig}(d) = P_{max}^{lig} d^{\gamma},\ \ d \in [d_{min}, 1],\ \ \gamma \geq 1} \quad (19)$$

де: $\boldsymbol{P_{max}^{lig}}$- максимальна потужність освітлювального обладнання (при $\boldsymbol{d = 1}$); $\boldsymbol{d}$- параметр керування димуванням (рівень освітленості); $\boldsymbol{d_{min}}$ - мінімально припустимий рівень димування; $\boldsymbol{\gamma}$ - показник опуклості.

3.3.2 Модель підсумкової освітленості. *Освітленість у приміщенні* $\boldsymbol{E_v(t)}$ описується статичним алгебраїчним зв'язком

$$\boldsymbol{E_v(t) = E_v^{day}(t) + K_E d(t)} \quad (20)$$

де: $\boldsymbol{E_v(t)}$- природна сонячна освітленість (лк); $\boldsymbol{K_E}$ - коефіцієнт світловіддачі системи димування (лк), що характеризує приріст освітленості на одиницю сили димування.

3.3.3 Лінеаризація та апроксимація у робочій точці $\boldsymbol{d_0}$***.*** *Освітлення у лінійних модельних оптимізаторах.* Для використання освітлення у лінійних модельних оптимізаторах (наприклад, LQR чи linear MPC), потужність лінеаризують у околі робочої точки $\boldsymbol{d_0}$: $\boldsymbol{\delta P_{lig} \approx \left(\gamma P_{max}^{lig} d_0^{\gamma-1}\right)\delta d}$ **.** *Повна лінеаризована потужність:* $\boldsymbol{P_{lig}(d) \approx P_{lig}(d_0) + \gamma P_{max}^{lig} d_0^{\gamma-1}(d - d_0)}$

4. Методика ідентифікації потреб мешканців та автоматичне керування

Для вирішення головного завдання системи розумний будинок потрібна ідентифікація потреб мешканців та автоматичне керування домашніми пристроями треба визначення вектору параметрів $\boldsymbol{\theta}$, якій шукає мінімізацією зваженої суми квадратів похибок прогнозу, прогноз враховую усі попередні моделі:

$$\hat{\theta} = \boldsymbol{arg\ \min_{\theta} \sum_t \|y(t) - y(t|\theta)\|^2_{\Sigma^{-1}}} \quad (21)$$

Для забезпечення достовірності ідентифікації потрібні планування експерименту із відповідними типами збуджень залежно від об'єкта: теплова модель, АКБ, освітлення. Ідентифіковність має наступні види: локальну ідентифіковність; практичну ідентифіковність. Визначаються довірчі інтервали методами**:** асимптотичних інтервалів або перенесення невизначеності.

Дані, попередня обробка та розбиття. Для забезпечення достовірності ідентифікації використовуються відкриті чи експериментальні дані (температури, потужність HVAC, освітлення, АКБ). Хвилинні виміри агрегуються до 15 хв. Обробка включає синхронізацію, усунення пропусків/викидів маскуванням та калібрування. Для запобігання витоку інформації вибірки діляться на неперетинні часові блоки (60/20/20%). Нормування та відбір моделей здійснюються виключно на навчальній і валідаційній вибірках, а тестова залишається повністю ізольованою.

Метрики якості та придатності для MPC. Для забезпечення достовірності ідентифікації забезпечується якість оцінюють за RMSE, MAE, нормативами

ASHRAE та багатокроковим прогнозом. Діагностика залишків вимагає відсутності автокореляції (тест Льюнга–Бокса) для уникнення структурних помилок. Для MPC додатково розраховують матриці стану, параметри інваріантних множин та запас внутрішності (мінімальну відстань до допустимих меж станів і керувань).

5. Обговорення

Фізична інтерпретація: значення RC порівнюють із типовими для конструкції будівлі (стала часу τ = RC порядку годин–десятків годин), η_{ch}, η_{dis} — із паспортними даними; γ — з типом драйвера. Консервативність: оцінки c_2 та N_d за достатніми умовами є верхніми, реальні мінімальні часи витримки можуть бути меншими; порівняння з чисельним «найгіршим» перемиканням допоможе виміряти консервативність. Залежність від якості ідентифікації: неідентифіковні параметри 2R2C розширюють ДІ та збільшують N_d^{rob}. Переносимість на інші будинки: структура моделей зберігається, значення θ потребують повторної ідентифікації; методика перевірки A1–A6 не залежить від конкретного об'єкта. Обмеження: лінійність і незмінність параметрів (сезонність), відсутність моделі сонячної генерації та вентиляції, припущення щодо виміряних збурень.

6. Висновки

Запропоновано уніфіковані фізичні моделі теплової підсистеми, АКБ та освітлення у формі, сумісній з умовами A1–A6. Розроблено методику ідентифікації з аналізом ідентифіковності та перенесенням довірчих інтервалів на (A, B). Показано, що для ідентифікованих моделей умови A1–A6 перевіряються скінченною процедурою, а мінімальний час витримки між перемиканнями ваг становить N_d кроків.

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

Список літератури

1. Bacher P., Madsen H. Identifying suitable models for the heat dynamics of buildings. *Energy and Buildings*. 2011. Vol. 43, No. 7. P. 1511–1522.DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.02.005. URL: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.005.

2. Li Z., Guo Q., Sun H., Wang J. Sufficient Conditions for Exact Relaxation of Complementarity Constraints for Storage-Concerned Economic Dispatch. *IEEE Transactions on Power Systems*. 2016. Vol. 31, No. 2. P. 1653–1654.DOI: 10.1109/TPWRS.2015.2412683. URL: https://doi.org/10.1109/TPWRS.2015.2412683.

3. Kim H.-J., Yang I.-H. An Economic analysis of the Luminaire-Level control of LED lighting in small office. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 2022. Vol. 21, No. 6. P. 2155–2171. DOI: 10.1080/13467581.2022.2097244. URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13467581.2022.2097244

4. Raue A., Kreutz C., Maiwald T., Bachmann J., Schilling M., Klingmüller U., Timmer J. Structural and practical identifiability analysis of partially observed dynamical models by exploiting the profile likelihood. *Bioinformatics*. 2009. Vol. 25, No. 15. P. 1923–1929. DOI: 10.1093/bioinformatics/btp358. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19505944/

5. Mayne D. Q., Rawlings J. B., Rao C. V., Scokaert P. O. M. Constrained model predictive control: Stability and optimality. *Automatica*. 2000. Vol. 36, No. 6. P. 789–814. DOI: 10.1016/S0005-1098(99)00214-9. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0005109899002149

6. Hespanha J. P., Morse A. S. Stability of switched systems with average dwell-time. *Proceedings of the 38th IEEE Conference on Decision and Control*. 1999. Vol. 3. P. 2655–2660. DOI: 10.1109/CDC.1999.831330. URL: https://doi.org/10.1109/CDC.1999.831330.

7. ASHRAE. *ASHRAE Guideline 14-2014: Measurement of Energy, Demand, and Water Savings*. Atlanta: ASHRAE, 2014.URL: https://www.intertekinform.com/en-gb/standards/ashrae-guideline-14-2014-137568_saig_ashrae_ashrae_294235/

КЛАСИФІКАЦІЇ АНТИЧНИХ МОНЕТ ТА ПОЯСНЮВАНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ І СИСТЕМ-АНАЛОГІВ

Олійник Олексій Романович,
магістр кафедри систем штучного інтелекту
інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»

Вовк Олена Борисівна
к.т.н, доцент кафедри систем штучного інтелекту
інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. Нумізматичні знахідки є важливим джерелом історичних відомостей, однак значна частина археологічних монет не має точного датування через стертість рельєфу, корозію чи відсутність супровідної документації. Традиційна атрибуція виконується експертами вручну шляхом порівняння з каталогізованими зразками, що є трудомістким, залежить від суб'єктивного досвіду фахівця і практично непридатне для великих обсягів матеріалу.

Глибокі згорткові мережі успішно застосовуються для класифікації зображень, проте в нумізматиці їх впровадження стримує природа «чорної скриньки»: прогноз не супроводжується поясненням, на основі яких ознак його отримано. Це знижує довіру експертів і не дозволяє використовувати систему як навчальний інструмент.

Метою статті є аналіз сучасних наукових підходів і наявних програмних рішень для автоматизованої класифікації античних монет з погляду інтерпретованості результатів та обґрунтування постановки задачі: розробити систему, яка за цифровим зображенням недатованої монети визначає її історичний період і супроводжує результат візуалізацією значущих ділянок зображення, сформованою методами пояснюваного штучного інтелекту.

Ключові слова: класифікація античних монет, нумізматика, пояснюваний штучний інтелект,, згорткові нейронні мережі, інтерпретованість моделей, система підтримки прийняття рішень.

Основний матеріал

Для кращого розуміння та однозначності викладу матеріалу введемо кілька рідковживаних термінів, що використовуються в дослідженні.

1. Емітент — держава, місто чи особа, від імені якої випущено монету [9].
2. Тетрадрахма — давньогрецька срібна монета [9].

3. Регіони фокусу класифікації — ділянки зображення монети, що роблять найбільший внесок у віднесення його до певного класу; зазвичай подаються у вигляді теплокарти [3].

Старовинні монети, як археологічний матеріал, є достатньо практичним та зручним об'єктом для автоматизованої класифікації: вони масові, мають стандартизовану форму та детально описані в нумізматичних каталогах, що дозволяє сформувати розмічені вибірки зображень. Ранні підходи до розпізнавання монет ґрунтувалися, в основному, на сформованих вручну ознаках (контурах, локальних дескрипторах). Через це вони були малоефективними для античних зразків зі стертим рельєфом та (або) корозією. Протягом останнього десятиліття їх витіснили глибокі згорткові нейронні мережі, які самостійно виділяють ознаки із зображення. Проте зосередженість на підвищенні точності відсунула на другий план питання обґрунтованості рішень моделі, що й визначає подальший фокус огляду [1].

Проблема розпізнавання античних об’єктів з подальшою їх класифікацією - не нова задача. Системний огляд понад 130 праць, опублікованих у 1997–2022 рр., фіксує різке зростання застосувань машинного навчання в археології після 2018–2019 рр.; класифікація артефактів належить до найпоширеніших задач. Водночас у ньому відзначено нечітко сформульовані вимоги до моделей, брак уніфікованих метрик (recall, precision, матриця помилок) і проблему довіри до моделей-«чорних скриньок». Методи XAI, зокрема LIME та SHAP, визначено як перспективний, але майже не застосовуваний у галузі напрям [1].

Система підтримки прийняття рішень, відома в літературі як система класифікації монет античних полісів Північного Причорномор'я [2], побудована на згортковій мережі з окремими моделями для аверсу й реверсу та комплексним обчисленням імовірностей за результатами обох моделей. Показано також, що швидкість збіжності навчання залежить від співвідношення кількості зображень цільового класу та інших монет у вибірці. Проте система повертає лише клас і ймовірність, без пояснення підстав рішення.

XAI у класифікації монет є єдиною відомою спробою поєднати класифікацію монет за п'ятьма історичними періодами з методами LIME та SHAP є робота. Однак точність класифікації становила лише 68%, вхідні зображення було зменшено до 64×64 пікселів, а класи були вкрай незбалансовані (від 1 до 3809 зразків). За таких умов отримані пояснення непридатні для експертної перевірки [3].

Розглянемо системи-аналоги розпізнавання монет та проведемо їх порівняльний аналіз за таким параметром як “зображенням”. Зокрема, порівняємо Nyckel, CoinoScope, Coinsidentification, CoinSnap і CoinIn [4-8]. Отримані результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Порівняння характеристик систем-аналогів

Характеристика	Nyckel	CoinoScope	Coins Identification	CoinSnap	CoinIn
Спеціалізація	монети США	античність - сучасність	античність - сучасність	античність - сучасність	античність - сучасність
Текстовий опис результату	-	-	-	+	-
Регіони фокусу класифікації	-	-	-	Неповні; текстові	-
Вхідні дані	одна сторона	одна або дві сторони	одна сторона	дві сторони	одна або дві сторони
Час обробки (в сек.)	5-10	2-3	10-15	10-20	5-10
Платформа	веб-сайт	мобільний	веб-сайт	мобільний	мобільний
Монетизація	відсутня	відсутня	відсутня	підписка	підписка

Жодна система не реалізує просторової візуалізації регіонів фокусу: CoinSnap обмежується текстовим поясненням без локалізації ознак на зображенні. Розширена функціональність притаманна лише платним рішенням, тоді як безкоштовні повертають саму класифікаційну мітку.

Якість класифікації перевірено на трьох монетах різних періодів і регіонів: денарії Августа, денарії Римської республіки з головою Роми у крилатому шоломі та афінській тетрадрахмі з совою.



Рисунок 1. Тестові монети (зліва направо): денарій Августа, денарій Римської республіки, афінська тетрадрахма (джерело рисунку: розробка автора).

Таблиця 2.

Результати емпіричного тестування систем-аналогів

Система	Денарій Августа	Денарій Республіки	Тетрадрахма Афін
Nyckel	-	-	-
CoinoScope	+/-		-
Coins Identification	-	-	-
CoinSnap	+	-	+
CoinIn	+	+/-	+

Результати наведено в таблиці 2, де «+» — монету розпізнано правильно; «–» — не розпізнано або розпізнано хибно; «+/–» — правильний варіант присутній, але не першим, або визначено близький тип.

Жодна система не класифікувала правильно всі три монети. Найкращий результат показала CoinIn: дві точні відповіді та близький за хронологією тип для республіканського денарія. Навіть у разі правильної відповіді жодна система не надає обґрунтування, придатного для перевірки фахівцем.

Висновки. Проведений аналіз показав, що застосування машинного навчання в археології стрімко зростає, однак стримується браком стандартизованих метрик і недовірою фахівців до непрозорих моделей. Це обґрунтовує потребу в компоненті пояснюваного штучного інтелекту як невід'ємній частині класифікаційної системи.

Наявні класифікаційні системи, як наукові, так і комерційні, повертають лише мітку класу та ймовірність й не надають візуального обґрунтування рішень. Єдина спроба поєднати класифікацію монет із LIME і SHAP виявилася методологічно слабкою через низьку точність, малу роздільність зображень і незбалансовані дані [2-3].

Отже, систематичне порівняння алгоритмів пояснювального штучного інтелекту для класифікації античних монет за історичним періодом не проводилося. Подальші дослідження буде спрямовано на формування збалансованого набору даних, розроблення класифікаційної моделі та порівняльну оцінку метрик інтерпретованості зазначених методів.

Список літератури

1. Bellat M., Orellana Figueroa J. D., Reeves J. S., Taghizadeh-Mehrjardi R., Tennie C., Scholten T. Machine Learning Applications in Archaeological Practices: A Review. Journal of Computer Applications in Archaeology. 2025. Vol. 8, No. 1. P. 282–321. DOI: 10.5334/jcaa.201

2. Melnykov O., Kapeleshchuk A. A CNN-assisted Decision Support System for Ancient World Coin Classification. Computer Systems and Information Technologies. 2024. No. 1. P. 99–107. DOI: 10.31891/csit-2024-1-12

3. Alhuniti O., Sarahan S., Salah I. Explainable Deep Learning for Ancient Coin Image Classification Using LIME and SHAP. Journal of University of Bahrain: Sciences and Technology. 2026. URL: https://journal.uob.edu.bh

4. Nyckel. URL: https://www.nyckel.com (дата звернення: 06.09.2026).

5. CoinoScope. URL: https://coinoscope.com (дата звернення: 06.09.2026).

6. Coins Identification. URL: https://coinsidentification.com (дата звернення: 06.09.2026).

7. CoinSnap. URL: https://coinsnap.online (дата звернення: 07.09.2026).

8. CoinIn. URL: https://coininapp.com (дата звернення: 07.09.2026).

9. Zvarych V. V. Numizmatychnyi slovnyk [Numismatic Dictionary]. Lviv : Lviv State University Publishing, 1972. 148 p.

СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАХВОРЮВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ІЗ ЕЛЕМЕНТАМИ ПОЯСНЮВАНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Павлів Аліна Василівна,
студентка магістр кафедри систем штучного інтелекту
Національний університет «Львівська політехніка»

Басистюк Олег Андрійович,
науковий керівник, доцент,
завідувач кафедри систем штучного інтелекту
Національний університет «Львівська політехніка»

Своєчасне виявлення захворювань сільськогосподарських культур безпосередньо впливає на обсяг і якість урожаю. Традиційна діагностика ґрунтується на візуальному огляді рослин фахівцем, тому її результат залежить від досвіду експерта, а на ранніх стадіях різні захворювання можуть мати подібні симптоми. На великих площах такий огляд потребує значних часових і людських ресурсів. Водночас поширення смартфонів і дронів зробило цифрове зображення доступним джерелом даних про стан рослин, а методи глибокого навчання – основним інструментом його аналізу.

Після появи відкритого набору даних PlantVillage (54 306 зображень листків, 14 культур, 38 класів «культура – захворювання») згорткові нейронні мережі (CNN) продемонстрували точність понад 99 % на відкладеній тестовій вибірці [1]. Проте ці зображення отримано в лабораторних умовах на однорідному фоні, і на фотографіях, зроблених в інших умовах, точність моделей суттєво знижується [1; 2]. Набір PlantDoc, сформований із реальних фотографій з довільним фоном, різним освітленням і кількома листками в кадрі [3], дає змогу перевірити саме таку узагальнювальну здатність. Ще однією перешкодою для практичного застосування є непрозорість рішень нейронної мережі: користувач не бачить, чи модель орієнтувалася на симптоми захворювання, чи на фон або артефакти зйомки. Цю проблему розв’язують методи пояснюваного штучного інтелекту (Explainable AI, XAI), зокрема Grad-CAM [4]. У більшості досліджень класифікацію, узагальнення та пояснення результатів розглядають окремо, тому їх поєднання в межах однієї системи є актуальним завданням.

Мета роботи – розробити систему класифікації захворювань сільськогосподарських культур, яка поєднує порівняльний аналіз CNN-архітектур, доменну адаптацію до реальних умов зйомки та кількісно оцінені пояснення рішень моделі, і розгорнути її у вигляді мобільного застосунку.

Для навчання моделей використано PlantVillage, а для оцінювання на даних поза доменом навчання (out-of-distribution, OOD) – тестову частину PlantDoc (236

зображень), яка не змінювалася протягом усього дослідження. Оскільки набори мають різні схеми назв класів, побудовано словник відповідності з 28 зіставлень; 10 із 38 класів PlantVillage відповідника в PlantDoc не мають і в OOD-оцінюванні участі не беруть. Порівнювалися чотири попередньо навчені на ImageNet архітектури: ResNet-18, MobileNetV2, EfficientNet-B0 та ShuffleNetV2. На етапі базового навчання backbone заморожувався, а дотреновувалися лише останні блоки та нова класифікаційна голова.

Доменну адаптацію (DA) реалізовано як дотренування моделей на об'єднаному наборі з 23 818 зображень: кольорові зображення PlantVillage (9 082), їхні сегментовані варіанти без фону (8 838), що зменшують залежність моделі від лабораторного фону, та тренувальна частина PlantDoc із потрійним oversampling (5 898). Використано оптимізатор Adam з темпом навчання 1×10^{-4} та раннє зупинення (patience=4, не більше 20 епох). Аналіз показав, що розморожування лише верхніх шарів обмежує адаптацію низькорівневих фільтрів до іншої природи зображень, тому на цьому етапі розморожується весь backbone. Додатково застосовано Test-Time Augmentation (TTA): зображення подається в модель у чотирьох варіантах (оригінал, горизонтальне віддзеркалення, поворот на +15° та −15°), а ймовірності класів усереднюються.

Для пояснення рішень реалізовано методи Grad-CAM [4], Grad-CAM++ [5] та SHAP [6], а їхню вірність (faithfulness) оцінено за метриками deletion / insertion AUC [7]. Для мобільного пристрою, де зворотний прохід мережі недоступний, теплокарту класу c обчислено класичним методом CAM [8]:

$$CAM_c(x, y) = \sum_k w_k^c \cdot A_k(x, y), \quad (1)$$

де $A_k(x, y)$ – активація k-го каналу останнього згорткового шару в позиції (x, y), w_k^c – вага k-го каналу для класу c у лінійному класифікаторі. Обчислення вбудовано безпосередньо в граф ONNX, тому модель за один прямий прохід повертає і логіти, і теплокарти для всіх 38 класів. Коректність підтверджено числовою перевіркою (розбіжність з логітом класу – порядку 10^{-5}), а передбачення ONNX- і PyTorch-моделей збіглися на всіх 2 246 тестових зображеннях.

Точність моделей на тестовому наборі PlantVillage (2 010 зображень) та на PlantDoc на кожному етапі методики наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Точність класифікації на PlantVillage та PlantDoc, %

Модель	PlantVillage		PlantDoc (OOD)		
	базова	після DA	zero-shot	після DA	DA + TTA
ResNet-18	95,22	96,67	14,83	45,76	50,85
MobileNetV2	93,53	96,67	12,71	53,39	55,08
EfficientNet-B0	95,62	97,36	14,41	49,58	50,85
ShuffleNetV2	94,68	96,77	15,68	50,00	48,73

На лабораторних даних усі моделі досягають точності 93,5-95,6%, а дотренування на об'єднаному наборі не погіршило, а покращило цей результат на 1,5-3,1 в.п. Найвищу точність показала EfficientNet-B0 (97,36%), а за 3-fold крос-валідацією найстабільнішою виявилася ResNet-18 (95,23±0,27%). Без адаптації точність на PlantDoc становить лише 12,7-15,7%, тобто падає на 79-81 в.п., що кількісно підтверджує проблему доменного зсуву. Доменна адаптація підняла точність до 45,8-53,4%, а TTA для трьох із чотирьох моделей додав ще 1,3-5,1 в.п. без додаткового навчання. Найкращий результат – MobileNetV2 із TTA (55,08%, на 42,4 в.п. вище від базового рівня), тому саме цю модель обрано для мобільного застосунку.

Середні значення deletion/insertion AUC для трьох методів пояснення наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Середні значення deletion / insertion AUC на PlantVillage

Модель	**Grad-CAM**	**Grad-CAM++**	**SHAP**
ResNet-18	0,404 / 0,640	0,396 / 0,635	0,510 / 0,736
MobileNetV2	0,375 / 0,486	0,390 / 0,501	0,444 / 0,490
EfficientNet-B0	0,439 / 0,400	0,421 / 0,446	0,438 / 0,594
ShuffleNetV2	0,182 / 0,593	0,243 / 0,571	0,440 / 0,522

Найвищі значення insertion AUC отримано для ResNet-18 (0,736 для SHAP та 0,640 для Grad-CAM), тобто відновлення найважливіших за поясненням пікселів найшвидше повертає впевненість цієї моделі. Загалом найвищу вірність пояснень серед розглянутих архітектур продемонстрували ResNet-18 та EfficientNet-B0.

Найкращу модель розгорнуто в мобільному застосунку CropDoctor (React Native, TypeScript), де інференс виконується на пристрої за допомогою ONNX Runtime без звернення до мережі (рис. 1). Попередню обробку зображення (масштабування до 128×128, нормалізація за статистиками ImageNet) виконано засобами бібліотеки Skia так, щоб точно відтворити трансформації, застосовані під час навчання.

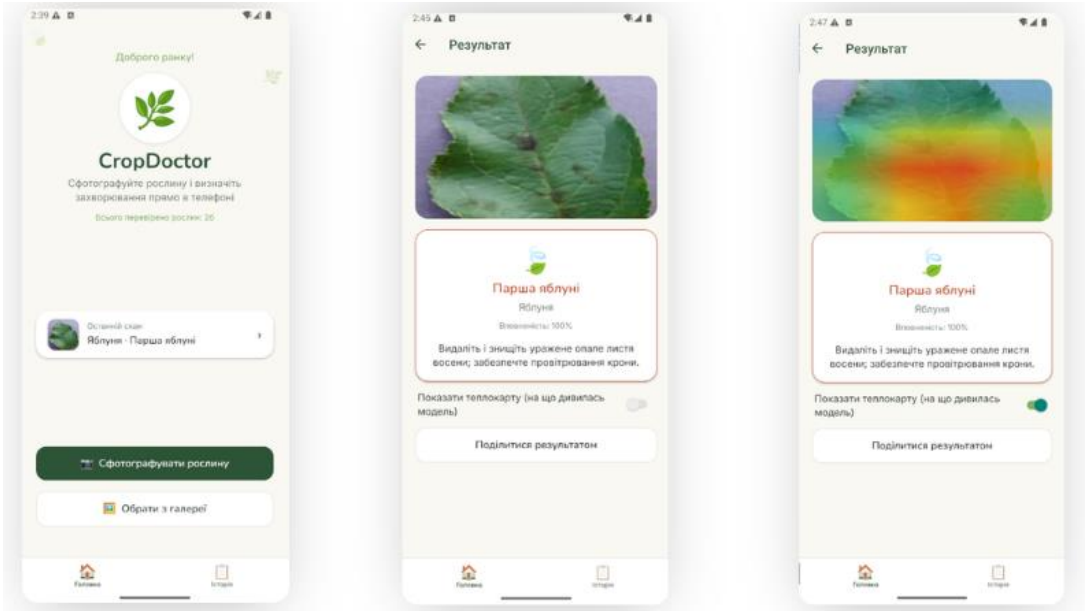


Рисунок 1. Інтерфейс застосунку CropDoctor: головний екран, результат класифікації та теплокарта CAM

Джерело рисунка: розробка автора.

Застосунок класифікує фото з камери чи галереї, розрізняє три стани результату (впевнений діагноз, здорова рослина, невпевнена відповідь із переліком можливих варіантів при впевненості нижче 60%), накладає теплокарту CAM на фотографію, надає агрономічні поради для кожного з 38 класів, зберігає історію сканувань і дає змогу поділитися результатом.

Отже, у роботі розроблено повний цикл інтелектуальної системи класифікації захворювань сільськогосподарських культур – від порівняльного аналізу CNN-архітектур до мобільного прототипу з on-device інференсом і пояснюваністю рішень. Запропонована методика доменної адаптації підвищила точність на реальних фотографіях з 12,7-15,7% до 45,8-55,1%, а обчислення CAM у графі ONNX дало змогу показувати пояснення безпосередньо на пристрої. Обмеженнями дослідження є невеликий тестовий набір PlantDoc (6-12 зображень на клас) та відсутність OOD-оцінки для 10 класів. Перспективними напрямами є цілеспрямований збір реальних зображень для класів, які найчастіше плутаються, та дворівнева класифікація «спочатку вид рослини, потім захворювання в межах виду».

Список літератури

1. Mohanty S. P., Hughes D. P., Salathé M. Using Deep Learning for Image-Based Plant Disease Detection. Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7. Article 1419. DOI: 10.3389/fpls.2016.01419.

2. Ahmad A., Saraswat D., El Gamal A. Toward Generalization of Deep Learning-Based Plant Disease Identification Under Controlled and Field Conditions. IEEE Access. 2023. Vol. 11. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3240100.

3. Singh D., Jain N., Jain P., Kayal P., Kumawat S., Batra N. PlantDoc: A Dataset for Visual Plant Disease Detection. Proceedings of the 7th ACM IKDD CoDS and 25th COMAD. 2020. P. 249–253. DOI: 10.1145/3371158.3371196.

4. Selvaraju R. R., Cogswell M., Das A., Vedantam R., Parikh D., Batra D. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). 2017. P. 618-626.

5. Chattopadhay A., Sarkar A., Howlader P., Balasubramanian V. N. Grad-CAM++: Generalized Gradient-Based Visual Explanations for Deep Convolutional Networks. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV). 2018. P. 839–847.

6. Lundberg S. M., Lee S.-I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NeurIPS 2017). 2017. P. 4765-4774.

7. Petsiuk V., Das A., Saenko K. RISE: Randomized Input Sampling for Explanation of Black-box Models. British Machine Vision Conference (BMVC). 2018.

8. Zhou B., Khosla A., Lapedriza A., Oliva A., Torralba A. Learning Deep Features for Discriminative Localization. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016. P. 2921–2929.

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ КРУЧЕННІ: АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗРАХУНКУ

Кавердій Владислав Юрійович
аспірант кафедри будівельних конструкцій
Сумський національний аграрний університет

Тіщенко Максим Максимович
аспірант кафедри будівельних конструкцій
Сумський національний аграрний університет

Кручення рідко буває основним видом напруженого стану залізобетонних конструкцій, але для багатьох елементів саме воно визначає розрахунок. Це крайові та обв'язувальні балки, на які плита перекриття обпирається з одного боку, ригелі з консольними полицями, елементи просторових каркасів, опори мостів і загалом конструкції з ексцентрично прикладеним навантаженням. Останніми роками в Україні помітно частішими стали випадки, коли такі елементи сприймають короткочасні інтенсивні впливи: удар уламків або частин зруйнованих конструкцій, дію вибухової хвилі, падіння вантажу. Водночас розрахункові положення щодо кручення в нормах [1–3] сформульовано для статичного навантаження, і питання, наскільки вони придатні для елемента, що закручується під дією удару, залишається відкритим.

Мета дослідження – проаналізувати наявні підходи до розрахунку залізобетонних елементів на кручення та відомості про вплив швидкості деформування на властивості бетону й арматури і визначити, які з цих підходів доцільно розвивати для оцінювання напружено-деформованого стану та несучої здатності елементів при динамічному навантаженні.

В основі розрахунку на кручення в Єврокоді 2 [2] та нормах ACI 318 [3] лежить модель просторової ферми. Переріз замінюють тонкостінною трубою, у стінках якої поперечні хомути та поздовжня арматура працюють як розтягнуті елементи, а бетон між похилими тріщинами – як стиснуті підкоси. Модель проста і добре описує граничний стан, проте не дає змоги визначити кут закручування та жорсткість елемента до руйнування. Цей недолік усуває теорія пом'якшеної ферми Т. Хсу та Й. Мо [4], у якій враховано зниження міцності бетону стиснутих підкосів під дією поперечного розтягу; це дає змогу побудувати повну діаграму «крутний момент – кут закручування». Узагальнена модель пом'якшеної ферми зі змінним кутом нахилу підкосів описує поведінку балки як до, так і після утворення тріщин [5]; її поширено на випадок спільної дії кручення та поздовжньої сили і зіставлено з результатами нелінійного розрахунку методом скінченних елементів [6].

Інший напрям, розвинений у роботах Т. Н. Азізова та його учнів, стосується крутильної жорсткості елементів з нормальними тріщинами, які в ребристих перекриттях виникають на всіх стадіях їх роботи [7–10]. Показано, що зовнішній крутний момент сприймається не лише чистим крученням, а й зрізом у поздовжній арматурі та бетоні стиснутої зони, а нагельні зусилля в поздовжній арматурі визначають взаємне зміщення берегів тріщини і, як наслідок, крутильну жорсткість елемента [8]. Для визначення цих зміщень запропоновано враховувати податливість арматури в напрямку, перпендикулярному до її осі [9]. Експериментально отримано залежності лінійних зміщень берегів тріщини від крутного моменту за різних діаметрів поздовжньої арматури та висоти зони без тріщини [10]. Нещодавно запропоновано визначати ефективну крутильну жорсткість на основі енергетичного інваріанта деформації зсуву, гармонічно усереднюючи жорсткості перерізів у тріщині та між тріщинами [11]. Жорсткість на кручення впливає на перерозподіл зусиль у дисках перекриттів [10], а при динамічному навантаженні від неї залежать також частоти власних коливань і розподіл інерційних сил.

Для елементів таврового перерізу (ребра ребристих перекриттів, ригелі, обв'язувальні балки) кручення, як правило, діє спільно зі згином, а в розрахунку потрібно враховувати ще й полицю. Узагальнену модель пом'якшеної ферми зі змінним кутом нахилу підкосів поширено на таврові та L-подібні балки [12]: порівняння з дослідними даними показало, що за високих рівнів навантаження модель надійна, а за низьких – потребує уточнення. Для двотаврових елементів з нормальними тріщинами Т. Н. Азізов зі співавторами запропонували апроксимувати переріз системою перехресних стрижнів, що дає змогу розраховувати елементи на згин з крученням і враховувати зміну жорсткості внаслідок нелінійної роботи матеріалів і тріщиноутворення [13]. Чисельний експеримент на стрижневій моделі багатопустотних плит показав, що з появою нормальних тріщин крутні моменти зростають лише в елементах без тріщин, а в інших зменшуються в кілька разів [14]. Експериментальних даних про таврові балки при спільній дії згину і кручення небагато: випробувано, зокрема, сталезалізобетонні таврові балки при чистому крученні та спільній дії згину з крученням [15] і таврові балки з легкого пінобетону при спільній дії кручення, зсуву і згину, для яких вплив ширини полиці виявився незначним [16]. Отже, роль полиці в жорсткості та міцності таврових елементів з нормальними тріщинами при згині з крученням остаточно не з'ясована, а даних для динамічного навантаження серед розглянутих праць немає.

Динамічне навантаження насамперед змінює властивості матеріалів. За даними огляду П. Бішоффа та С. Перрі [17], міцність бетону на стиск зростає зі збільшенням швидкості деформування. Міцність на розтяг до швидкості деформування ще чутливіша [18], а для арматурної сталі динамічний приріст границі текучості тим більший, чим нижча її статична границя текучості [19]. Відношення динамічної міцності до статичної називають коефіцієнтом динамічного зміцнення (DIF). У Model Code 2010 [20] для бетону на стиск його визначають так:

$$f_{c,dyn} / f_c = (\dot{\varepsilon} / \dot{\varepsilon}_0)^{0,014}, \ \dot{\varepsilon} \le 30 \text{ с}^{-1};$$
$$f_{c,dyn} / f_c = 0,012 (\dot{\varepsilon} / \dot{\varepsilon}_0)^{1/3}, \ 30 < \dot{\varepsilon} \le 300 \text{ с}^{-1}, \quad (1)$$

де $\dot{\varepsilon}$ – швидкість деформування; $\dot{\varepsilon}_0 = 30 \cdot 10^{-6}$ с$^{-1}$. Для розтягу залежність має той самий вигляд з показником 0,018, $\dot{\varepsilon}_0 = 1 \cdot 10^{-6}$ с$^{-1}$, межею 10 с$^{-1}$ і коефіцієнтом 0,0062. Побудовані за цими залежностями криві наведено на рис. 1.

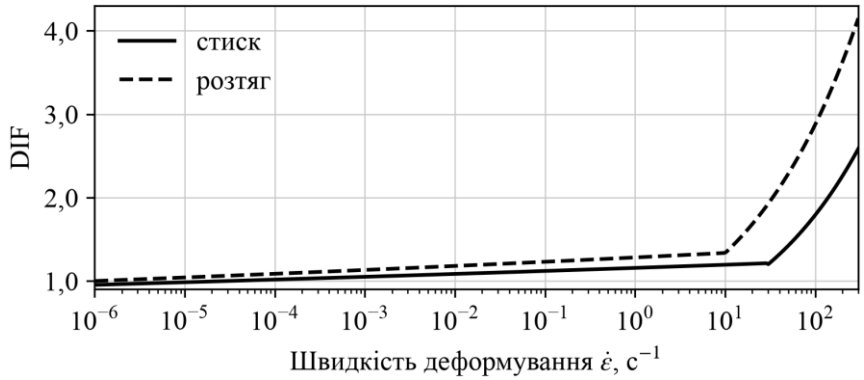


Рис. 1. Залежність коефіцієнта динамічного зміцнення бетону від швидкості деформування
Джерело рисунка: розроблено авторами за залежностями [20].

Як видно з **рис. 1**, за швидкості деформування 1 с$^{-1}$ приріст міцності становить близько 16 % на стиск і 28 % на розтяг, а за 100 с$^{-1}$ міцність на стиск зростає в 1,8 раза, на розтяг – у 2,9 раза. Оскільки при крученні тріщиноутворення визначає саме міцність бетону на розтяг, а руйнування – бетон стиснутих підкосів і текучість арматури, ці ефекти по-різному впливають на різні стадії роботи елемента. Водночас значення DIF у різних авторів суттєво відрізняються, і загальноприйнятої залежності поки немає [21, 22]; систематичний аналіз випробувань на розрізному стрижні Гопкінсона наведено в [21].

На рівні конструктивного елемента даних значно менше. Більшість експериментів з ударом виконано для балок, що працюють на згин. Так, К. Фудзікаке зі співавторами [23] випробовували балки падаючим вантажем і описали їх відгук двомасовою моделлю з урахуванням швидкості навантаження. В огляді [22] звернуто увагу на те, що балка, яка в статиці руйнується від згину, при ударі може зруйнуватися від зрізу. Для кручення таких досліджень одиниці. Н. Аяд і Н. Укайлі [24] випробовували L-подібні обв'язувальні балки ексцентричним ударом вантажу масою 26,5 кг, скинутого з висоти 1 і 2 м, та оцінили ефективність їх підсилення. Поведінку повномасштабних балок при знакозмінному циклічному чистому крученні досліджено в [25], однак ця робота стосується циклічного, а не ударного навантаження. Узагальнення розглянутих підходів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Підходи до розрахунку залізобетонних елементів на кручення

Підхід	Що визначає	Обмеження для динамічного навантаження
Просторова ферма (тонкостінна труба) [2, 3]	Граничний крутний момент, потрібне армування	Лише граничний стан; кут закручування і жорсткість не визначаються
Модель пом'якшеної ферми [4–6, 12]	Повну діаграму «крутний момент – кут закручування»	Діаграми деформування бетону та арматури статичні
Жорсткість елементів з нормальними тріщинами [7–11, 13, 14]	Крутильну жорсткість з урахуванням нагельної роботи арматури	Розроблено для експлуатаційної стадії та статичного навантаження
Коефіцієнти динамічного зміцнення [17–21]	Приріст міцності бетону й арматури залежно від швидкості деформування	Рівень матеріалу; перенесення на елемент при крученні не обґрунтоване

За результатами аналізу можна зробити такі висновки.

1. Статичні моделі розрахунку на кручення розвинені добре: модель просторової ферми визначає несучу здатність, модель пом'якшеної ферми – повну діаграму деформування, а методика Т. Н. Азізова – жорсткість елементів з нормальними тріщинами. Жодна з них не враховує швидкості навантаження.

2. Залежність властивостей бетону й арматури від швидкості деформування вивчено на рівні матеріалу, проте пряме множення статичної несучої здатності на коефіцієнт динамічного зміцнення не враховує того, що при крученні бетон підкосів працює в умовах двовісного напруженого стану «стиск – розтяг», а тріщиноутворення і руйнування визначаються різними характеристиками матеріалів.

3. Експериментальних даних про роботу залізобетонних елементів на кручення при ударному навантаженні дуже мало, тому перевірити розрахункові моделі для цього випадку поки не можна.

Перспективним вважаємо поєднання моделі пом'якшеної ферми та методики визначення крутильної жорсткості елементів з тріщинами з діаграмами деформування бетону й арматури, залежними від швидкості деформування, з подальшою експериментальною перевіркою на балках, що зазнають кручення при ударі.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 (чинна з 01.06.2020). Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.

2. EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. Brussels : CEN, 2004.

3. ACI CODE-318-25. Building Code for Structural Concrete – Code Requirements and Commentary. Farmington Hills : American Concrete Institute, 2025.

4. Hsu T. T. C., Mo Y. L. Softening of concrete in torsional members – theory and tests. ACI Journal Proceedings. 1985. Vol. 82, No. 3. P. 290–303. DOI: 10.14359/10335.

5. Bernardo L. F. A., Andrade J. M. A., Nunes N. C. G. Generalized softened variable angle truss-model for reinforced concrete beams under torsion. Materials and Structures. 2015. Vol. 48, No. 7. P. 2169–2193. DOI: 10.1617/s11527-014-0301-z.

6. Bernardo L., Taborda C. Softened truss model for reinforced concrete beams under torsion combined with axial force. Applied Mechanics. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 79–96. DOI: 10.3390/applmech1010006.

7. Azizov T. N., Sribniak N. M., Tsyhanenko L. A. Determination of the torsional stiffness of a reinforced concrete elements in a normal crack. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. № 4. С. 269–274. DOI: 10.32838/2663-5941/2021.4/42.

8. Azizov T., Kochkarev D., Nahaichuk O. Determination of pin forces in longitudinal reinforcement and stiffness at torsion reinforced concrete elements with normal cracks. Будівельні конструкції. Теорія і практика. 2020. № 7. С. 23–31. DOI: 10.32347/2522-4182.7.2020.23-31.

9. Azyzov T., Kochkarev D., Tsyhanenko L., Tsyhanenko H., Srybniak N. Perpendicular to steel reinforcing bars axis displacements of rebars for determination the torsional stiffness of reinforced concrete elements with normal cracks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1164. Art. 012007. DOI: 10.1088/1757-899X/1164/1/012007.

10. Sribniak N., Azizov T., Khomenko O., Halushka S. Experimental research of deformability of reinforced concrete elements with normal torsional cracks. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Budownictwo. 2024. Vol. 30(180). P. 86–96. DOI: 10.17512/znb.2024.1.13.

11. Azizov T., Kochkarev D., Myroshnichenko I., Galinska T. Analytical determination of the deformability of reinforced concrete structures under torsion based on an energy invariant. Journal of Physics: Conference Series. 2026. Vol. 3251. Art. 012047. DOI: 10.1088/1742-6596/3251/1/012047.

12. Bernardo L. F. A. Modeling the full behavior of reinforced concrete flanged beams under torsion. Applied Sciences. 2019. Vol. 9, No. 13. Art. 2730. DOI: 10.3390/app9132730.

13. Azizov T. N., Orlova O. M., Nahaichuk O. V. Calculation of turning rigidity of I-section reinforced concrete elements with normal cracks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 708. Art. 012041. DOI: 10.1088/1757-899X/708/1/012041.

14. Azizov T., Sribniak N., Tsyhanenko L., Volkov D. Modelling of reinforced concrete slab to account for cracking. Engineering for Rural Development. 2024. Vol. 23. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF059.

15. Chen Y., Zhang S., Chen Z. Experimental study on steel reinforced concrete T-section beam subjected to pure torsion and combined action of bending-torsion. Structures. 2022. Vol. 46. P. 1000–1015. DOI: 10.1016/j.istruc.2022.10.109.

16. Deifalla A., Awad A., Seleem H., Abdelrahman A. Investigating the behavior of lightweight foamed concrete T-beams under torsion, shear, and flexure. Engineering Structures. 2020. Vol. 219. Art. 110741. DOI: 10.1016/j.engstruct.2020.110741.

17. Bischoff P. H., Perry S. H. Compressive behaviour of concrete at high strain rates. Materials and Structures. 1991. Vol. 24, No. 6. P. 425–450. DOI: 10.1007/BF02472016.

18. Malvar L. J., Ross C. A. Review of strain rate effects for concrete in tension. ACI Materials Journal. 1998. Vol. 95, No. 6. P. 735–739. DOI: 10.14359/418.

19. Malvar L. J. Review of static and dynamic properties of steel reinforcing bars. ACI Materials Journal. 1998. Vol. 95, No. 5. P. 609–616. DOI: 10.14359/403.

20. fib Model Code for Concrete Structures 2010. Berlin : Ernst & Sohn, 2013. DOI: 10.1002/9783433604090.

21. Fan H., Yu H., Ma H. Dynamic increase factor (DIF) of concrete with SHPB tests: review and systematic analysis. Journal of Building Engineering. 2023. Vol. 79. Art. 107666. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.107666.

22. Adhikary S. D., Li B., Fujikake K. State-of-the-art review on low-velocity impact response of reinforced concrete beams. Magazine of Concrete Research. 2016. Vol. 68, No. 14. P. 701–723. DOI: 10.1680/jmacr.15.00084.

23. Fujikake K., Li B., Soeun S. Impact response of reinforced concrete beam and its analytical evaluation. Journal of Structural Engineering. 2009. Vol. 135, No. 8. P. 938–950. DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000039.

24. Ayaad N., Oukaili N. Impact torsional behavior and strengthening of reinforced concrete spandrel beams. Case Studies in Construction Materials. 2023. Vol. 19. Art. e02591. DOI: 10.1016/j.cscm.2023.e02591.

25. Kaya S. A., Yalçın C., Kaya O. Experimental investigation of full-scale reinforced concrete beams under reversed-cyclic pure torsion. Structures. 2023. Vol. 51. P. 734–746. DOI: 10.1016/j.istruc.2023.03.079.

ЖОРСТКІСТЬ ТА МІЦНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАВРОВОГО ПЕРЕРІЗУ З НОРМАЛЬНИМИ ТРІЩИНАМИ ПРИ ЗГИНІ З КРУЧЕННЯМ: АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ

Тіщенко Максим Максимович
аспірант кафедри будівельних конструкцій
Сумський національний аграрний університет

Кавердій Владислав Юрійович
аспірант кафедри будівельних конструкцій
Сумський національний аграрний університет

У монолітних і збірно-монолітних ребристих перекриттях, прогонових будовах мостів та просторових каркасах будівель балки працюють у складі спільної плитно-ребристої системи, тому їх розрахунковий переріз є тавровим або Г-подібним. Через несиметричне прикладання навантаження від суміжних плит і взаємне защемлення елементів у вузлах такі ребра сприймають згинальний момент одночасно з крутним. При цьому кручення може бути як рівноважним, необхідним для забезпечення статичної рівноваги конструкції, так і сумісним, величина якого безпосередньо залежить від співвідношення згинальної та крутильної жорсткостей суміжних елементів. Оскільки згинальні моменти в ребрах виникають вже на ранніх етапах навантаження, в розтягнутій зоні таврових балок утворюються нормальні тріщини ще до появи просторових спіральних тріщин від кручення. Падіння крутильної жорсткості після тріщиноутворення сягає 70–90 % від початкового пружного значення, що радикально змінює розподіл внутрішніх зусиль у статично невизначеній системі, проте чинні норми проєктування [1–3] цей чинник у перерізах з нормальними тріщинами детально не регламентують.

Мета дослідження – проаналізувати наявні розрахункові моделі міцності та деформативності залізобетонних елементів таврового перерізу при спільній дії згину і кручення, оцінити способи врахування нормальних тріщин і роботи полиці та визначити напрями вдосконалення методики розрахунку таких елементів.

Нормативні методики розрахунку залізобетонних конструкцій на кручення в ДБН В.2.6-98:2009 [1], Єврокоді 2 [2] та ACI 318 [3] базуються на моделі тонкостінної просторової ферми. Складний тавровий переріз у цьому підході розбивають на окремі прямокутні складові (стінку та звеси полиці), а після утворення тріщин замінюють еквівалентним тонкостінним замкненим контуром, у якому бетонне ядро виключається з роботи, бетон між похилими тріщинами сприймає головні стискальні напруження як підкоси, а поздовжня і поперечна арматура працюють на розтяг. Взаємодію згину і кручення в нормах враховують

переважно додаванням площі поздовжньої арматури, необхідної для сприйняття згинального та крутного моментів у розтягнутій зоні, та зменшенням потреби в арматурі у стиснутій від згину зоні. Такий підхід є зручним для підбору армування у граничному стані, але для таврових балок із широкими полицями часто дає надмірно консервативні оцінки несучої здатності і не дає змоги обчислити кути закручування та крутильну жорсткість на експлуатаційних стадіях роботи.

Для побудови повної діаграми деформування «крутний момент – кут закручування» Т. Хсу та Й. Мо розробили теорію пом'якшеної ферми [4], яка враховує зниження міцності бетону стиснутих підкосів в умовах двовісного стану «стиск – розтяг». Розвиваючи цей напрям, Л. Бернардо зі співавторами запропонували узагальнену модель пом'якшеної ферми зі змінним кутом нахилу підкосів [5] та поширили її на таврові й Г-подібні балки з урахуванням нерівномірного розподілу деформацій у стінці та полиці [6]. Зіставлення з експериментами показало задовільну точність моделі поблизу руйнування, проте за помірних рівнів навантаження, характерних для експлуатаційної стадії з нормальними тріщинами, похибка визначення деформацій зростає. Спрощений метод розрахунку на спільну дію згину і кручення на основі модифікованої теорії поля стиску запропоновано К. Рахалом [7]: перевірка на вибірці зі 111 балок, включно з тавровими, підтвердила вплив ширини полиці на граничний момент, проте модель так само орієнтована на стадію граничної рівноваги після формування системи просторових спіральних тріщин.

Експериментальні дослідження таврових балок при спільній дії згину і кручення свідчать про складний просторовий характер їх руйнування та деформування. У класичних випробуваннях П. Зарариса та Г. Пенеліса на 82 залізобетонних таврових балках [8] встановлено, що армована полиця суттєво підвищує як момент тріщиноутворення, так і граничний крутний момент порівняно з оцінками норм, які обмежують ефективну ширину свесу полиці трьома її товщинами. За даними А. Абдель-Каріма [9], у балках із високоміцного бетону при одночасній дії згину і кручення початкова дотріщинна жорсткість знижується, проте після появи тріщин наявність помірного згинального моменту стримує розвиток деформацій кручення за рахунок обтиснення стиснутої зони. Випробування сталезалізобетонних таврових балок [10] та балок з легкого пінобетону [11] показали, що при переважанні крутного моменту над згинальним руйнування ініціюється розкриттям спіральних тріщин у стінці з подальшим їх переходом у полицю та депланацією перерізу, а дисперсне армування сталевою фіброю (близько 1 % за об'ємом) дає змогу підвищити момент тріщиноутворення на 43–66 % і граничний момент на 25–57 % [12].

Окремий науковий напрям, який безпосередньо розглядає роботу залізобетонних елементів з нормальними (згинальними) тріщинами при крученні, сформовано в працях Т. Н. Азізова, Н. М. Срібняк, Д. В. Кочкарьова та їхніх колег [13–21]. У цих дослідженнях показано, що в елементі, перерізаному нормальною тріщиною, просторові спіральні тріщини на експлуатаційному етапі можуть бути взагалі відсутніми, а зовнішній крутний момент у перерізі з

нормальною тріщиною врівноважується внутрішнім моментом чистого кручення стиснутої зони бетону та парою нагельних сил зрізу в поздовжній арматурі й незруйнованій частині бетону над тріщиною [13, 14]:

$$M_t = M_{kp} + Q_s \cdot z_s, \quad B_t = M_t / \theta, \tag{1}$$

де M_{kp} – крутний момент, що сприймається стиснутою зоною бетону над нормальною тріщиною; Q_s – рівнодійна нагельних сил у поздовжній робочій арматурі; z_s – плече внутрішньої пари сил між центром кручення стиснутої зони та віссю арматури; θ – відносний кут закручування елемента; B_t – ефективна крутильна жорсткість перерізу з нормальною тріщиною. Розрахункову схему перерізу та характер зміни відносної крутильної жорсткості залежно від відносної висоти стиснутої зони $\xi = x / h$ наведено на рис. 1.

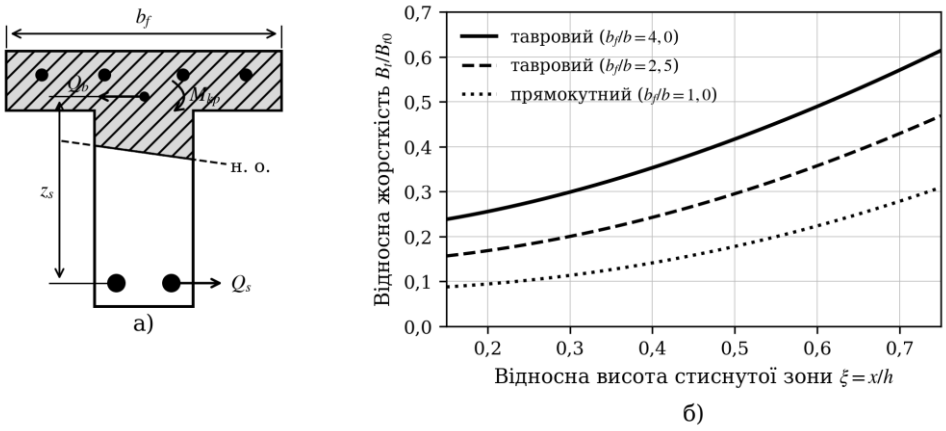


Рис. 1. Схема зусиль у тавровому перерізі з нормальною тріщиною (а) та залежність відносної крутильної жорсткості від висоти стиснутої зони (б)
Джерело рисунка: побудовано авторами за підходами [13, 14, 18].

Для знаходження нагельних сил та взаємного зміщення берегів нормальної тріщини запропоновано розрахункові схеми, які враховують локальне зминання бетону під стрижнем і поперечну податливість поздовжньої арматури [14, 15], а в роботі [16] ці залежності підтверджено експериментально для різних діаметрів арматури та висоти стиснутої зони. У праці [17] на основі енергетичного інваріанта деформації зсуву отримано аналітичні вирази для усередненої крутильної жорсткості елемента з урахуванням роботи ділянок у тріщині та блоків бетону між тріщинами. Подальший розвиток цієї методики для складних профілів включає апроксимацію перерізу системою перехресних стрижнів для двотаврових балок [18], розрахунок елементів з полицею у розтягнутій зоні (обернений тавр) [19], а також урахування нелінійних діаграм деформування бетону при зсуві [20] та зміни жорсткості стінки в перерізах з нормальними тріщинами [21], що суттєво уточнює розподіл зусиль у ребристих плитах перекриттів [22].

Водночас аналіз показує, що для таврових елементів при одночасній дії згину і кручення залишається низка невирішених питань. Наявність нормальної тріщини змінює положення нейтральної осі, яка при накладанні кручення додатково повертається і зміщується, а форма стиснутої зони залежно від рівня

згинального моменту переходить із прямокутної у таврову або Г-подібну. Це безпосередньо впливає як на положення центра кручення незруйнованої частини бетону, так і на розподіл дотичних напружень між стінкою і свесами полиці на всіх стадіях роботи аж до вичерпання несучої здатності. Порівняльну характеристику розглянутих підходів систематизовано в табл. 1.

Таблиця 1

Підходи до розрахунку залізобетонних елементів таврового перерізу при згині з крученням

Підхід	Що визначає	Обмеження для таврових елементів з нормальними тріщинами
Просторова ферма (тонкостінна труба) [1–3]	Граничний крутний і згинальний моменти, потрібне армування	Лише граничний стан; крутильна жорсткість не визначається, внесок широких полиць занижується
Модель пом'якшеної ферми та МТПС [4–7]	Повну діаграму деформування, головні напруження та несучу здатність	Орієнтована на стадію розвинених спіральних тріщин; не враховує нагельний ефект у нормальних тріщинах
Експериментальні моделі таврових балок [8–12]	Вплив ширини полиці, міцності бетону та фібри на граничний момент	Емпіричний характер залежностей; відсутність аналітичної оцінки жорсткості перерізів з нормальними тріщинами
Деформаційні моделі перерізів з нормальними тріщинами [13–21]	Крутильну жорсткість, зміщення берегів тріщини та нагельні сили в арматурі	Розроблено для прямокутних, двотаврових і обернено-таврових перерізів; потребують розвитку для міцності таврових балок

За результатами аналізу можна зробити такі висновки.

1. Нормативні методики [1–3] та модифіковані моделі просторової пом'якшеної ферми [4–7] орієнтовані насамперед на оцінювання граничної несучої здатності після формування системи просторових спіральних тріщин і не враховують особливостей деформування таврових елементів на стадії розвитку нормальних тріщин від згину.

2. Методика Т. Н. Азізова та Н. М. Срібняк [13–21] дає змогу достовірно визначати крутильну жорсткість залізобетонних елементів з нормальними тріщинами з урахуванням роботи стиснутої зони бетону та нагельних зусиль у поздовжній арматурі, проте для таврових балок при спільній дії згину і кручення залишається не повною мірою розкритим сумісний вплив параметрів полиці, повороту нейтральної осі та співвідношення згинального і крутного моментів на жорсткість і міцність елемента.

3. Експериментальних даних щодо роботи залізобетонних таврових балок із попередньо утвореними нормальними тріщинами за різних співвідношень

згинального та крутного моментів недостатньо для всебічної перевірки розрахункових моделей.

Перспективним вважаємо розроблення деформаційної моделі таврового елемента з нормальними тріщинами при згині з крученням, яка поєднає визначення взаємного зміщення берегів тріщини та нагельних зусиль у поздовжній арматурі з просторовим розподілом нормальних і дотичних напружень у стиснутій полиці та стінці, з подальшою експериментальною перевіркою на таврових балках.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 (чинна з 01.06.2020). Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.

2. EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. Brussels : CEN, 2004.

3. ACI CODE-318-25. Building Code for Structural Concrete – Code Requirements and Commentary. Farmington Hills : American Concrete Institute, 2025.

4. Hsu T. T. C., Mo Y. L. Softening of concrete in torsional members – theory and tests. ACI Journal Proceedings. 1985. Vol. 82, No. 3. P. 290–303. DOI: 10.14359/10335.

5. Bernardo L. F. A., Andrade J. M. A., Nunes N. C. G. Generalized softened variable angle truss-model for reinforced concrete beams under torsion. Materials and Structures. 2015. Vol. 48, No. 7. P. 2169–2193. DOI: 10.1617/s11527-014-0301-z.

6. Bernardo L. F. A. Modeling the full behavior of reinforced concrete flanged beams under torsion. Applied Sciences. 2019. Vol. 9, No. 13. Art. 2730. DOI: 10.3390/app9132730.

7. Rahal K. N. Combined torsion and bending in reinforced and prestressed concrete beams using simplified method for combined stress-resultants. ACI Structural Journal. 2007. Vol. 104, No. 4. P. 402–411. DOI: 10.14359/18770.

8. Zararis P. D., Penelis G. Gr. Reinforced concrete T-beams in torsion and bending. ACI Journal Proceedings. 1986. Vol. 83, No. 1. P. 145–155. DOI: 10.14359/1735.

9. Abdel Kareem A. H. Behavior of high strength reinforced concrete beams subjected to combined torsion and bending. Journal of Engineering and Applied Science. 1996. Vol. 43, No. 1. P. 33–51.

10. Chen Y., Zhang S., Chen Z. Experimental study on steel reinforced concrete T-section beam subjected to pure torsion and combined action of bending-torsion. Structures. 2022. Vol. 46. P. 1000–1015. DOI: 10.1016/j.istruc.2022.10.109.

11. Deifalla A., Awad A., Seleem H., Abdelrahman A. Investigating the behavior of lightweight foamed concrete T-beams under torsion, shear, and flexure. Engineering Structures. 2020. Vol. 219. Art. 110741. DOI: 10.1016/j.engstruct.2020.110741.

12. Domski J., Lehmann M., Sanok A., Tvrdá K. Overview of torsion tests on fiber-reinforced concrete beams. Materials. 2025. Vol. 18, Iss. 11. Art. 2452. DOI: 10.3390/ma18112452.

13. Azizov T. N., Sribniak N. M., Tsyhanenko L. A. Determination of the torsional stiffness of a reinforced concrete elements in a normal crack. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. № 4. С. 269–274. DOI: 10.32838/2663-5941/2021.4/42.

14. Azizov T., Kochkarev D., Nahaichuk O. Determination of pin forces in longitudinal reinforcement and stiffness at torsion reinforced concrete elements with normal cracks. Будівельні конструкції. Теорія і практика. 2020. № 7. С. 23–31. DOI: 10.32347/2522-4182.7.2020.23-31.

15. Azyzov T., Kochkarev D., Tsyhanenko L., Tsyhanenko H., Srybniak N. Perpendicular to steel reinforcing bars axis displacements of rebars for determination the torsional stiffness of reinforced concrete elements with normal cracks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1164. Art. 012007. DOI: 10.1088/1757-899X/1164/1/012007.

16. Sribniak N., Azizov T., Khomenko O., Halushka S. Experimental research of deformability of reinforced concrete elements with normal torsional cracks. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Budownictwo. 2024. Vol. 30(180). P. 86–96. DOI: 10.17512/znb.2024.1.13.

17. Azizov T., Kochkarev D., Myroshnichenko I., Galinska T. Analytical determination of the deformability of reinforced concrete structures under torsion based on an energy invariant. Journal of Physics: Conference Series. 2026. Vol. 3251. Art. 012047. DOI: 10.1088/1742-6596/3251/1/012047.

18. Azizov T. N., Orlova O. M., Nahaichuk O. V. Calculation of turning rigidity of I-section reinforced concrete elements with normal cracks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 708. Art. 012041. DOI: 10.1088/1757-899X/708/1/012041.

19. Azizov T., Pereiras R. Torsional stiffness of reinforced concrete elements with normal cracks, which has an inverted T-beam section. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 2021. Вип. 40. С. 62–72. DOI: 10.31713/budres.v0i40.010.

20. Azizov T., Kochkarev D., Galinska T. Reinforced concrete rod elements stiffness considering concrete nonlinear properties. Lecture Notes in Civil Engineering. 2020. Vol. 47. P. 1–6. DOI: 10.1007/978-3-030-27011-7_1.

21. Azizov T., Kochkarev D., Galinska T. Taking into account change in the wall hardness when calculating the torsion of section of reinforced-concrete elements by normal cracks. AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2684. Art. 040002. DOI: 10.1063/5.0120725.

22. Azizov T., Sribniak N., Tsyhanenko L., Volkov D. Modelling of reinforced concrete slab to account for cracking. Engineering for Rural Development. 2024. Vol. 23. P. 387–392. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF059.

ІННОВАЦІЙНА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛОГІСТИЧНО-ТОРГОВЕЛЬНИХ ХАБІВ ЄС

Мельничук Оксана Павлівна,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інноваційної економіки та цифрових технологій,
Вінницький торговельно-економічний інститут
Державного торговельно-економічного університету

Постановка проблеми. У попередніх дослідженнях на основі емпіричних даних 2021–2025 рр. було доведено просторову асиметрію торговельної дезінтеграції: найбільших втрат зазнали традиційні транзитні хаби Північно-Західної Європи (порти Нідерландів та Бельгії), чия частка у торгівлі з Великою Британією різко впала, тоді як прямі канали з країнами Центрально-Східної Європи (насамперед Польщею) продемонстрували стійке розширення. Для верифікації виявлених дезінтеграційних закономірностей постає об'єктивна необхідність проаналізувати зустрічні потоки ключового логістичного ядра ЄС — Нідерландів («ефект Роттердама») у динаміці за 2016–2025 рр.

Водночас для України, яка долає наслідки руйнування чорноморської портової інфраструктури та готується до масштабного поствоєнного відновлення, вивчення інноваційної адаптації європейських логістичних вузлів набуває першочергової ваги. Інтеграція України до єдиного ринку ЄС вимагає відмови від сировинних транзитних моделей і розбудови нової логістичної архітектури: мультимодальних «сухих портів» на західному кордоні, цифрових митних сервісів, інтеграції в мережу TEN-T та локалізації інноваційного міжнародного бізнесу за моделлю nearshoring.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та емпіричні виміри торговельної дезінтеграції та шоків ланцюгів постачання ґрунтовно висвітлені в роботах N. Bloom [1], S. Dhingra та T. Sampson [2], M. Gasiorek та N. Tamberi [3], J. Kren та M. Lawless [4], J. Juan de Lucio [5]. Проблеми оптимізації логістичних хабів і нетарифних бар'єрів досліджували H. Oberhofer та M. Pfaffermayr [6], A. Sapir [7]. В українській науці євроінтеграційні аспекти та пріоритети повоєнного розвитку аналізують М. М. Король [8], Л. П. Кудирко та М. Коберник [9], О. В. Шкурупій зі співавторами [10], Т. В. Мартин зі співавторами [11], О. Хаджинова та В. В. Хачатрян [12]. Проте десятирічна динаміка торговельних потоків Нідерландів у взаємозв'язку з пріоритетами повоєнної відбудови України потребує додаткового дослідження.

Мета та методи дослідження. Метою дослідження є кількісне оцінювання структурних зрушень у товарних потоках Нідерландів за 2016–2025 рр. під впливом Brexit і геополітичних шоків, а також обґрунтування інноваційних механізмів міжнародного бізнесу. Емпірична база охоплює офіційні дані Міжнародного торговельного центру (ITC Trade Map, Bilateral Trade Statistics)

[13]. Використано методи порівняльного динамічного аналізу, темпів приросту та структурної декомпозиції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз багаторічних часових рядів засвідчує суттєву реконфігурацію зовнішньої торгівлі Нідерландів як головного логістичного шлюзу континентальної Європи. Показники експорту товарів із Нідерландів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Динаміка та географічна структура експорту товарів із Нідерландів у 2016–2025 рр., млрд дол. США

Країна-партнер	2016	2020	2021	2022	2025	Приріст 2025/ 2016, %	Частка 2016, %	Частка 2025, %
Світ	**468,18**	**551,35**	**696,87**	**768,26**	**737,62**	**+57,55**	**100,00**	**100,00**
Німеччина	107,32	121,98	160,43	187,85	163,69	+52,52	22,92	22,19
Бельгія	48,19	56,47	74,14	92,61	84,76	+75,88	10,29	11,49
Франція	37,96	42,46	56,10	62,14	55,84	+47,11	8,11	7,57
Велика Британія	42,90	39,91	45,08	45,57	46,72	+8,92	9,16	6,33
США	19,53	27,68	33,38	36,28	36,29	+85,84	4,17	4,92
Італія	19,51	22,01	30,15	31,71	32,44	+66,29	4,17	4,40
Іспанія	13,94	16,49	21,81	22,88	26,21	+87,96	2,98	3,55
Польща	11,45	16,21	21,76	20,72	24,02	+109,86	2,44	3,26
Китай	10,70	16,13	16,69	15,46	21,12	+97,39	2,28	2,86

Джерело : сформовано автором [13].

Дані таблиці 1 емпірично розкривають глибоку структурну перебудову експорту Нідерландів. За загального зростання глобального експорту на +57,55% (із 468,18 до 737,62 млрд дол. США), відвантаження до Великої Британії за десятиріччя збільшилися лише на +8,92% (з 42,90 до 46,72 млрд дол.), що в реальних цінах із врахуванням інфляції вказує на скорочення фізичних обсягів збуту. Відтак питома вага британського ринку знизилася з 9,16% у 2016 р. до 6,33% у 2025 р. (втрата 2,83 %., або стиснення частки на 30,9%). Це підтверджує висновки щодо інституційного руйнування транзитного каналу через порти Бенілюксу внаслідок введення митних декларацій, санітарно-фітосанітарного контролю (SPS) та підтвердження правил походження товару після набрання чинності ТСА.

Натомість ринок Польщі виявив рекордне зростання: експорт Нідерландів зріс із 11,45 млрд дол. у 2016 р. до 24,02 млрд дол. у 2025 р. (+109,86%), а частка зросла з 2,44% до 3,26%. Така експансія вказує на географічну переорієнтацію: європейський міжнародний бізнес зміцнив прямі сухопутні коридори до Центрально-Східної Європи. Високу динаміку продемонстрували також Китай (+97,39%), Іспанія (+87,96%) та США (+85,84%).

Зрушення у структурі імпорту товарів до Нідерландів відображено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Динаміка та географічна структура імпорту товарів до Нідерландів у 2016–2025 рр., млрд дол. США

Країна-постачальник	2016	2020	2021	2022	2025	Приріст 2025/ 2016, %	Частка 2016, %	Частка 2025, %
Світ	**408,05**	**484,09**	**623,37**	**710,77**	**657,67**	**+61,17**	**100,00**	**100,00**
Німеччина	73,92	85,52	108,10	108,80	111,30	+50,56	18,12	16,92
США	33,47	39,14	47,59	60,28	64,70	+93,31	8,20	9,84
Бельгія	41,36	47,35	61,61	71,32	62,83	+51,90	10,14	9,55
Китай	35,98	51,23	63,54	67,66	54,78	+52,24	8,82	8,33
Велика Британія	23,33	22,88	31,33	43,73	28,22	+20,96	5,72	4,29
Франція	16,54	17,02	22,03	25,26	23,90	+44,56	4,05	3,63
Італія	9,80	13,27	17,28	17,47	16,82	+71,75	2,40	2,56
Польща	8,23	10,26	12,96	14,27	15,70	+90,89	2,02	2,39
Норвегія	9,42	9,65	17,86	27,09	15,52	+64,87	2,31	2,36

Джерело : сформовано автором [13].

Згідно даними табл. 2, імпорт Нідерландів зріс із 408,05 млрд дол. у 2016 р. до 657,67 млрд дол. у 2025 р. (+61,17%). Британські постачання збільшилися лише на +20,96% (з 23,33 до 28,22 млрд дол.), а частка Великої Британії скоротилася з 5,72% до 4,29%. Зафіксований у 2022 р. стрибок імпорту до 43,73 млрд дол. (6,15%) мав кон'юнктурний характер і пояснюється екстреним імпортом енергоносіїв (нафти та газу) після початку широкомасштабної агресії рф проти України, проте у 2023–2025 рр. відбулося падіння постачань на 35,46% через нормалізацію цін та зміну постачальників. Головним бенефіціаром диверсифікації стали США: імпорт зріс із 33,47 млрд дол. (8,20%) до 64,70 млрд дол. (9,84%), тобто на +93,31% (скраплений газ, напівпровідникові компоненти, авіабудування). Стійке зростання показала й Польща: постачання збільшилися на +90,89% (з 8,23 до 15,70 млрд дол.), що закріпило її інтеграцію в промислову систему Нідерландів.

Емпіричний аналіз підтверджує, що стійкість нідерландського торговельного хабу забезпечена технологічними та організаційними інноваціями: 1) цифровими платформами (Portbase, Single Window), які скоротили митне оформлення британських вантажів до лічених хвилин; 2) мультимодальними інтермодальними коридорами (Рейн–Рур) та автоматизованими терміналами; 3) реалізацією стратегії nearshoring шляхом подвоєння кооперації з партнерами у Центрально-Східній Європі.

Отже, дослідження підтвердило наявність структурної депресії у торгівлі Нідерландів із Великою Британією (стиснення часток в експорті до 6,33%, в імпорті до 4,29%) та успішну адаптацію хабу завдяки інноваціям, зростанню торгівлі з Польщею (+109,86% і +90,89%) та партнерству з США. Для поствоєнного відновлення України критичним є впровадження інноваційних «сухих портів», цифровізація митниці та інтеграція у виробничі ланцюги ЄС на засадах nearshoring. Подальші дослідження будуть присвячені секторальній деталізації аграрного та індустріального експорту України до країн ЄС.

Список літератури

1. Bloom N., Bunn P., Chen S., Mizen P., Smietanka P., Thwaites G. The Impact of Brexit on UK Firms. NBER Working Paper. 2019. No. 26218. P. 1–58. DOI: https://doi.org/10.3386/w26218

2. Dhingra S., Sampson T. Expecting Brexit. Annual Review of Economics. 2022. Vol. 14, Iss. 1. P. 495–519. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-economics-051420-104231

3. Gasiorek M., Tamberi N. The effects of leaving the EU on the geography of UK trade. Economic Policy. 2023. Vol. 38, no. 116. P. 707–764. DOI: https://doi.org/10.1093/epolic/eiad018

4. Kren J., Lawless M. How has Brexit changed EU–UK trade flows? European Economic Review. 2024. Vol. 161. Art. 104634. DOI: https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2023.104634

5. Juan de Lucio J., Mínguez R., Minondo A., Requena F. The negative impact of disintegration on trade: The case of Brexit. European Economic Review. 2024. Vol. 163. Art. 104698. DOI: https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2024.104698

6. Oberhofer H., Pfaffermayr M. Estimating the trade and welfare effects of Brexit: A panel data structural gravity model. Canadian Journal of Economics. 2021. Vol. 54, no. 1. P. 338–375. DOI: https://doi.org/10.1111/caje.12494.

7. Sapir A. The double irony of the new UK-EU trade relationship. Bruegel Blog. 2021. URL: https://www.bruegel.org/blog-post/double-irony-new-uk-eu-trade-relationship

8. Король М. М. Структурна трансформація економіки Великої Британії в умовах Brexit: виклики та перспективи. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2025. Вип. 58. С. 88–95.

9. Кудирко Л. П., Коберник М. Вихід Великої Британії з ЄС: наслідки, ризики, можливості. Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. 2023. Вип. 19 (1). С. 69–78. DOI: https://doi.org/10.15330/apred.1.19.69-78

10. Шкурупій О. В., Світлична А. В., Загребельна І. Л., Світлична О. А. Brexit: передумови, наслідки, інтереси та основні вектори міждержавних відносин Великої Британії у сфері торгівлі. Проблеми економіки. 2022. № 3. С. 12–19.

11. Martyn T. V., Nitsenko V. S., Kyrylenko V. I., Tkachenko O. O., Stavska Yu. V., Kulhanik O. M. Analysis of labor productivity in the context of technological

transformations. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2026. № 3. P. 225–234.

12. Khadzhynova O., Simanavičienė Ž., Mints O., Burak P., Khachatrian V. Assessment of the EU Countries' Economic Security based on the Composite Indicators. WSEAS Transactions on Business and Economics. 2022. Vol. 19. P. 690–700. DOI: https://doi.org/10.37394/23207.2022.19.61

13. Trade Map – International Trade Statistics. Bilateral trade between Netherlands and partner countries (TOTAL All products, 2016–2025). International Trade Centre (ITC). 2026. URL: https://www.trademap.org/

CRITICAL THINKING AS AN ESSENTIAL COMPONENT OF FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE: METHODOLOGICAL APPROACHES AND TEACHING PRACTICES

Leshchenko Olena
Senior Lecturer,
Department of Philology and Linguistic Communications,
Dniprovsky State Technical University, Kamianske,
Dnipropetrovsk Region

In the contemporary educational landscape, the development of critical thinking is recognized as one of the essential competencies of the 21st century. The rapid development of information technologies, digital communication, and artificial intelligence has significantly increased the amount of information available to students. Consequently, higher education institutions face the challenge of preparing graduates who are able not only to acquire and reproduce knowledge but also to analyze information, evaluate its reliability, identify potential bias, and make well-grounded decisions.

According to Peter A. Facione, critical thinking involves a set of interconnected cognitive skills, including interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation, and self-regulation [1]. These skills enable individuals to approach information objectively, distinguish facts from opinions, and justify their conclusions. In Ukrainian pedagogy, an important contribution to the study of this issue has been made by O. I. Pometun, who examines critical thinking as a pedagogical phenomenon and emphasizes the importance of developing students' thinking skills through appropriately organized educational activities [2].

In the context of English language teaching, critical thinking acquires particular importance because foreign language learning involves not only the development of linguistic knowledge but also the ability to interpret texts, understand different viewpoints, evaluate arguments, and communicate ideas effectively. Thus, English language classes provide considerable opportunities for integrating cognitive development with the formation of foreign language communicative competence.

The aim of this study is to identify effective pedagogical conditions and methodological approaches to developing students' critical thinking in English language classes and to present practical teaching strategies that promote analytical, evaluative, and reflective thinking. The practical value of the study lies in the systematization of methodological strategies and the development of classroom activities aimed at integrating critical thinking skills into English language instruction.

Critical thinking can be regarded as a combination of cognitive and metacognitive skills. According to Diane Halpern, effective critical thinking requires the ability to

analyze arguments, evaluate evidence, solve problems, and make decisions in different situations [3]. The approach developed by Richard Paul and Linda Elder emphasizes the importance of intellectual standards such as clarity, accuracy, precision, relevance, depth, breadth, and logical consistency [4]. These standards can be integrated into foreign language instruction through text analysis, classroom discussions, argumentative writing, and problem-solving activities. One of the important pedagogical conditions for developing critical thinking is the creation of a student-centered learning environment in which learners are encouraged to express independent opinions, ask questions, exchange ideas, and justify their positions. The teacher's role in this process changes from that of the main source of information to that of a facilitator who guides students towards independent inquiry and informed decision-making. Several methodological approaches are particularly effective in achieving this objective.

Problem-based learning stimulates students' cognitive activity by involving them in the analysis of real-life or professionally relevant situations. For example, discussing the topic *"Should artificial intelligence replace teachers?"* encourages learners to examine the advantages and disadvantages of technological development, consider different perspectives, and formulate evidence-based arguments. Such activities promote independent thinking, problem-solving abilities, and the ability to defend one's position.

The use of open-ended and higher-order questions is another effective strategy. Unlike questions requiring simple factual answers, open-ended questions encourage students to interpret information, establish relationships, compare different viewpoints, and formulate their own conclusions. Examples include:

- What are the long-term consequences of globalization for local cultures?
- To what extent does social media influence people's ability to communicate effectively?
- Can artificial intelligence be considered a reliable source of information? Why or why not?
- How can technological progress contribute to sustainable development?

These questions encourage students to move beyond the reproduction of information towards independent analysis and evaluation.

Text-based critical analysis is particularly important in English language instruction. Students can work with newspaper articles, academic publications, online materials, and professional texts, identifying the author's purpose, central arguments, supporting evidence, and possible bias. Comparing two texts presenting different perspectives on the same issue helps learners recognize differences in argumentation and evaluate the reliability of information. This approach also contributes to the development of media literacy, which is especially relevant in the digital information environment.

Another important component is **the development of metacognitive skills**. Reflection after completing a learning task enables students to evaluate their own performance, recognize difficulties, and identify areas for improvement. Self-assessment checklists, reflective questions, and learning diaries can be used for this

purpose. For instance, students may consider the following questions: *Did I support my opinion with sufficient evidence? Did I consider alternative viewpoints? What could I improve in my argument?* Such activities correspond to Facione's concept of self-regulation as an essential component of critical thinking [1].

Interactive teaching methods also create favorable conditions for the development of critical thinking. Debates, role plays, case studies, collaborative projects, and group discussions require students to analyze situations, negotiate solutions, make decisions, and communicate their ideas in English. Project-based learning, in particular, promotes the integration of language skills, research activities, creativity, and learner autonomy.

The following practical exercises can be effectively incorporated into English language classes to develop students' critical thinking skills:

1. "Claim–Evidence–Reasoning" (CER)

Objective: to develop argumentation skills and logical reasoning.

Procedure: Students are given the statement: *"Online education is more effective than traditional learning."* They are asked to:

- formulate a clear claim;
- provide relevant evidence or examples;
- explain how the evidence supports their position;
- consider a possible counterargument.

Expected outcome: development of analytical thinking, evidence-based argumentation, and the ability to formulate coherent opinions.

2. "Think–Pair–Share"

Objective: to develop independent reflection, communication, and collaborative thinking.

Task example: "What are the biggest challenges of living in a globalized world?"

The activity consists of three stages:

- Think – students individually consider the question and formulate their ideas;
- Pair – students discuss their opinions in pairs and compare their viewpoints;
- Share – students present their conclusions to the whole group.

Expected outcome: development of independent reasoning, active listening, and the ability to consider alternative perspectives.

3. Structured Debate

Topic: "Artificial intelligence will eventually replace teachers."

Roles: students are divided into groups supporting and opposing the statement, while other participants act as moderators.

Assessment criteria:

- logical coherence and relevance of arguments;
- use of facts, examples, and supporting evidence;
- consideration of opposing viewpoints;
- ability to respond to counterarguments;
- clarity and accuracy of language.

Expected outcome: development of persuasive communication, analytical reasoning, and respect for different opinions.

4. "Detecting Bias"

Objective: to develop media literacy and the ability to evaluate information critically.

Task: Students analyze a short news article or online publication and identify:

- emotionally charged or biased language;
- possible manipulation techniques;
- unsupported statements and generalizations;
- the author's perspective and purpose;
- the reliability of the information presented.

Students then discuss what additional evidence would be necessary to verify the claims.

Expected outcome: development of critical reading, information evaluation, and responsible engagement with digital media.

5. Role Play: "Problem-Solving Meeting"

Situation: A company is experiencing financial difficulties and needs to develop an effective recovery strategy.

Roles: manager, marketing specialist, human resources manager, and investor.

Task: Each participant presents a professional perspective, identifies the main problems, suggests possible solutions, and participates in a discussion aimed at reaching a common decision.

Expected outcome: development of decision-making, collaborative problem-solving, professional communication, and the ability to justify practical recommendations.

6. Project "My Sustainable City"

Format: group research project followed by an oral presentation in English.

Tasks:

- identify an environmental, social, or infrastructural problem in a modern city;
- collect and analyze relevant information;
- compare possible solutions;
- develop practical recommendations;
- present the project and justify the proposed solutions.

Expected outcome: integration of research, analytical, creative, and communication skills, as well as the development of learner autonomy and teamwork.

The effectiveness of these activities can be evaluated through several indicators, including students' ability to identify the main problem, distinguish facts from opinions, provide relevant evidence, compare alternative solutions, formulate logical conclusions, and reflect on their own learning progress. It is important that assessment should focus not only on linguistic accuracy but also on the quality of reasoning and the ability to communicate ideas convincingly.

Thus, the development of critical thinking in English language teaching requires a systematic combination of problem-based, interactive, communicative, and reflective approaches. The integration of these methods transforms the foreign language classroom into an environment where students actively construct knowledge, evaluate information, exchange perspectives, and develop independent judgments.

Consequently, English language learning becomes not only a means of acquiring communicative competence but also an effective instrument for developing analytical thinking, information literacy, learner autonomy, and the ability to make responsible decisions in a rapidly changing world.

References

1. Facione, P. A. (2023). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment. URL: https://insightassessment.com/iaresource/critical-thinking-what-it-is-and-why-it-counts/

2. Pometun, O. (2018). Critical Thinking as a Pedagogical Phenomenon. Ukrainian Educational Journal, (2), 89–98. https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/493

3. Halpern, D. F. (2014). Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking. 5th ed. Psychology Press. 637 p.

4. Paul, R., & Elder, L. (2019). The Miniature Guide to Critical Thinking: Concepts and Tools. 8th ed. Foundation for Critical Thinking. 48 p.

CREATING A SUPPORTIVE LEARNING ENVIRONMENT: THE IMPACT OF NON-CONSTRUCTIVE FEEDBACK ON STUDENT MOTIVATION AND LEARNING EFFECTIVENESS

Shtanyuk Olesya
Ph.D., Senior Lecturer
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

The quality of the educational environment is one of the factors determining how effectively students engage with learning activities and develop their intellectual and personal abilities. Within this environment, feedback serves as an important means of guiding the learning process, identifying areas requiring improvement, and helping students make informed adjustments to their learning strategies. Nevertheless, feedback does not automatically contribute to better academic performance. Its educational value depends considerably on its content, tone, and manner of delivery.

When criticism is predominantly negative and provides no clear recommendations for improvement, it may have adverse consequences for students' motivation. Repeated exposure to such feedback can weaken their willingness to engage with challenging tasks and reduce their confidence in their academic abilities. This relationship can be considered in the context of Self-Determination Theory proposed by Deci and Ryan, which identifies competence, autonomy, and relatedness as three fundamental psychological needs underlying human motivation [see 1].

Non-constructive negative feedback may particularly affect students' sense of competence. Instead of helping learners recognise what they need to improve and how to achieve progress, criticism without practical guidance can reinforce their perception of inadequacy. Consequently, students may begin to doubt their ability to influence their own learning outcomes and develop a diminished sense of control over the learning process.

The effects are not limited to motivation. Persistently negative evaluations, especially when unaccompanied by encouragement or specific suggestions, can undermine students' self-esteem. Learners may gradually develop the belief that they lack the ability to complete particular tasks or succeed in a given academic discipline. Such perceptions can contribute to increased anxiety and reluctance to undertake unfamiliar or demanding activities.

These consequences may become particularly pronounced in group learning situations. When an individual student receives negative criticism, they may experience social isolation or feel personally responsible for shortcomings attributed to the entire group. This can discourage active participation, restrict the exchange of ideas, and make students less willing to express their opinions. As a result, an educational environment that should encourage intellectual curiosity and development may instead become associated with stress, disengagement, and apathy.

An alternative to a learning environment dominated by destructive criticism is one based on encouragement, mutual respect, and constructive interaction. A supportive educational atmosphere can strengthen students' motivation and contribute to improved learning outcomes. An important prerequisite for achieving this is the establishment of positive relationships between teachers and students.

Effective teacher-student interaction helps create a sense of psychological safety, in which learners feel comfortable participating in classroom activities, asking questions, and communicating their ideas. Positive interpersonal dynamics also encourage more open interaction and greater involvement in the educational process. Appropriate humour and relevant illustrative examples can further increase students' interest and contribute to a less stressful classroom atmosphere.

Inclusiveness is another essential characteristic of an effective learning environment. Teaching approaches should take into consideration differences in the ways students engage with and process educational material. A variety of instructional methods and learning resources can help ensure that all participants feel valued and have opportunities to interact successfully with the subject matter [see 2].

For example, combining printed handouts, visual materials, and discussion-based activities provides different opportunities for students to engage with information. Written resources can support those who prefer reading and writing, visual aids can facilitate the presentation and understanding of information, while discussions offer opportunities for learning through listening and verbal interaction. Such methodological diversity helps make the educational process more accessible and engaging.

Understanding students' motivational needs is equally important. Recognising whether learners are primarily driven by intrinsic or extrinsic motivation enables teachers to adjust their instructional strategies accordingly [see 3]. Students whose engagement is largely influenced by external factors may respond more positively when the practical benefits and tangible relevance of the subject are clearly explained. At the same time, a teacher's genuine enthusiasm for the discipline can positively influence students' attitudes, encouraging greater interest and participation.

Thus, the development of a positive learning environment requires attention not only to the content of instruction but also to interpersonal relationships, communication practices, individual learning preferences, and motivational factors.

The creation of a supportive and motivating educational environment requires the consistent application of effective classroom communication and instructional techniques. The following strategies can help teachers improve student engagement, facilitate understanding, and organise the learning process more effectively.

- **Maintaining attention and encouraging active participation.** Teachers should make deliberate efforts to attract and sustain students' attention. Directly addressing learners and varying vocal intonation can help maintain engagement and encourage attentive listening.

- **Using effective non-verbal communication.** Maintaining eye contact with different members of the group helps establish a sense of connection between the

teacher and students. A broad visual overview of the classroom also contributes to an inclusive atmosphere in which learners feel acknowledged and involved.

- **Providing clear and inclusive instructions.** Instructions should be formulated in a positive and encouraging manner. Their delivery can be supported by written materials, visual aids, and clear verbal explanations. The use of visually accessible resources and appropriate non-verbal communication can further facilitate comprehension.

- **Prioritising clarity and conciseness.** Teachers should use straightforward language and brief, clearly formulated statements. This reduces the likelihood of ambiguity and makes instructions easier to understand and follow.

- **Organising instructions systematically and checking comprehension.** Complex instructions should be divided into manageable stages rather than presented all at once. Teachers should introduce pauses to assess whether students have understood the requirements. This can be achieved through targeted questions concerning the sequence of actions (e.g., "What is the first step?") and the purpose of a particular stage (e.g., "What is the purpose of this step?").

- **Demonstrating tasks whenever possible.** Practical demonstrations and the modelling of expected behaviour provide students with a clear visual reference. This can make task requirements easier to understand and reduce uncertainty about the expected outcome.

- **Ensuring consistency and logical organisation.** Instructions should follow a coherent structure and present information in a logical sequence. Proper organisation facilitates cognitive processing and helps students understand the relationship between individual stages of a task.

- **Reinforcing understanding through varied repetition.** Important instructions should be reiterated at least three times, using different wording where appropriate. This approach provides additional opportunities for comprehension and helps consolidate students' understanding.

- **Explaining requirements before distributing learning materials.** Whenever possible, teachers should provide all essential instructions before handing out educational materials. This helps minimise potential distractions and allows students to concentrate on the explanation rather than shifting their attention between the materials and the teacher.

The combined application of these strategies can improve the organisation of classroom activities, facilitate communication, and create conditions conducive to active student participation.

Conclusion. The analysis demonstrates that the nature of feedback and the overall quality of the educational environment are closely connected with student motivation, self-esteem, and learning effectiveness. An educational context characterised by persistent negative criticism without constructive guidance may weaken students' confidence, undermine their perceived competence, increase anxiety, and discourage active participation.

By contrast, a supportive learning environment based on positive teacher–student relationships, psychological safety, inclusiveness, and varied instructional approaches

can encourage engagement and contribute to more effective learning. An understanding of students' motivational needs, combined with clear communication and well-structured instruction, further strengthens the conditions necessary for successful educational interaction.

References

1. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.

2. Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education, 78*(7), 674-681

3. NADIA, Denysiuk; OLESYA, Shtanyuk. MOTIVATION FOR LEARNING A FOREIGN LANGUAGE IN A NON-LINGUISTIC UNIVERSITY: MODERN CHALLENGES AND PROSPECTS. In: *The 9th International scientific and practical conference "Theoretical and practical aspects of the development of science and education"(March 05–08, 2024) Prague, Czech Republic. International Science Group. 2024. 349 p.* 2024. p. 150.

МИСТЕЦТВО ЯК ПРОСТІР ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА КУЛЬТУРНОЇ САМОІДЕНТИФІКАЦІЇ УЧНІВ: МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ШКОЛІ

Козій Ольга Михайлівна
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри музичного мистецтва
Уманського національного університету

В умовах повномасштабної війни Україна потребує школи, яка забезпечує не тільки якісну освіту, але й дбає про емоційний добробут дітей, підтримує соціальні зв'язки та допомагає їм усвідомити свою культурну приналежність. Тривала невизначеність, вимушене переміщення, переривання звичного освітнього процесу й інформаційне перенасичення актуалізують пошук педагогічних засобів, які допомагають учням осмислювати власний досвід, розвивати здатність до самовираження та відчувати зв'язок із національною культурою.

У цьому контексті важливу роль відіграє інтегрований курс «Мистецтво». Його значення полягає не лише в тому, щоб учні здобували знання про художні твори та опановували різні мистецькі навички, а й допомагає учням краще розуміти власні емоції, висловлювати свої думки й почуття, взаємодіяти з іншими та глибше розуміти культурні цінності. Водночас постає педагогічна проблема: як перетворити інтеграцію музичного, образотворчого та інших видів мистецтва на цілісний освітній процес, що одночасно підтримує психологічну стійкість учнів і сприяє формуванню їхньої культурної самоідентифікації.

Актуальність такого підходу узгоджується із сучасними тенденціями оновлення мистецької освіти в Україні. Міністерство освіти і науки України у 2025 році наголосило на необхідності переосмислення ролі мистецтва як чинника формування української ідентичності та посилення міждисциплінарної взаємодії в освітньому процесі [1].

У сучасній мистецькій освіті відбувається помітний зсув акцентів – від пасивного засвоєння інформації до активної творчості, сприймання та інтерпретації художніх образів. При такому підході учень трансформується в активного учасника культурної взаємодії, здатного артикулювати свої думки, емоції та ставлення до оточення.

Мистецька діяльність дає учням можливість вільно виражати себе, краще розуміти власні емоції, співпрацювати з однокласниками та відчувати себе частиною колективу. Наприклад, під час слухання музики, обговорення художніх образів, створення малюнків, колажів чи композицій, а також театралізовних етюдів діти вчаться розпізнавати свої почуття та передавати їх через творчість.

Такі заняття допомагають їм знаходити слова для опису власних переживань і краще розуміти почуття та досвід інших людей. Важливо, що такі практики мають педагогічний, а не лікувальний характер: учитель мистецтва створює підтримувальне освітнє середовище, не підмінюючи діяльності психолога чи психотерапевта.

Актуальність цього напряму підтверджує дослідження А. Кияновського та Т. Позднякової, опубліковане у 2026 році. Автори розглядають досвід українського освітнього закладу, у якому театральна діяльність, робота з голосом, радіотворчість і цифрові медіа використовувалися для підтримки емоційної рівноваги, комунікації та соціальних зв'язків учнів в умовах війни [2]. Цей досвід дає підстави розглядати мистецьку діяльність як важливий ресурс підтримки дитячої стійкості, водночас не ототожнюючи її з клінічними методами психологічної допомоги.

Не менш значущим є культуротворчий потенціал інтегрованого курсу «Мистецтво». Звернення до української народної пісні, традиційного орнаменту, декоративно-ужиткового мистецтва, архітектури, творчості сучасних українських митців і мисткинь сприяє усвідомленню культури як живого процесу, пов'язаного з історичною пам'яттю, родинними традиціями та досвідом громади. Акт самоідентифікації з культурою розвивається не лише завдяки навчанню або запам'ятовуванню конкретних фактів про національне мистецтво, а й тому що образи, смисли і цінності вже були особисто пережиті.

Цей підхід потребує інтеграції знань з різних галузей, що дозволяє досліджувати художні твори в контексті історичних подій та місця їх створення. З українською літературою можна досліджувати спільність образів, символів і станів душі. З громадянською освітою можна обговорювати питання пам'яті, свободи, гідності та належності до спільноти. З цифровими технологіями можна створювати мультимедійні історії, віртуальні виставки та аудіовізуальні проєкти. Наприклад, міждисциплінарний мініпроєкт цілком доречно працюватиме як практичний приклад.

«Мистецтво, яке нас об'єднує» може бути практичним прикладом мініпроєкту, що передбачає спільну діяльність учнів. В ході проєкту проводиться дослідження української пісні, художнього твору або елементу народного мистецтва. Після глибокого аналізу історичного контексту та емоційного відгуку, учні переходять до творчого самовираження, створюючи власні інтерпретації у форматі малюнків, колажів, плейлистів, цифрових листівок чи мультимедійних історій. Процес завершується рефлексією, яка допомагає осмислити нові грані української культури, прожиті емоції та ті чинники, що сприяли відчуттю глибинного зв'язку з іншими.

Ефективність таких практик грунтується на повазі до особистих меж: діти мають право на саморозкриття за власним бажанням, знаючи, що їхні емоції не стануть предметом оцінювання. Замість аналізу інтенсивності переживань чи ступеня відвертості, учитель має зосереджуватися на ключових освітніх аспектах: творчому задумі, вмінні аргументувати власну інтерпретацію та

навичках співпраці. Лише такий підхід дозволяє гармонійно поєднати мистецьку освіту з підтримкою безпечного освітнього середовища.

Отже, міждисциплінарна організація курсу «Мистецтво» передбачає не механічне поєднання різних предметів, а створення змістовних зв'язків між художнім досвідом, історичною пам'яттю, культурними цінностями та особистісним розвитком учня. За цих умов мистецька освіта може стати простором, у якому дитина не лише пізнає культуру, а й осмислює власне місце в ній.

Отже, інтегрований курс «Мистецтво» має значний педагогічний потенціал для поєднання завдань мистецького розвитку, емоційної рефлексії та культурної самоідентифікації учнів. Його реалізація потребує міждисциплінарної взаємодії, залучення українського культурного контенту, організації творчих проєктів і створення психологічно безпечного середовища. Перспективним напрямом подальшої роботи є розроблення та апробація системи міждисциплінарних мистецьких завдань, спрямованих на розвиток емоційної грамотності, співпраці й усвідомлення культурної приналежності школярів.

Ключові слова: інтегрований курс «Мистецтво», психологічна стійкість, культурна самоідентифікація, міждисциплінарність, мистецька освіта, українська культура, психологічно безпечне освітнє середовище.

Список літератури

1. Міністерство освіти і науки України. Мистецтво як інструмент формування ідентичності: МОН провело зустріч щодо оновлення мистецької освіти. 1 квітня 2025 року. URL: https://mon.gov.ua/news/mystetstvo-iak-instrument-formuvannia-identychnosti-mon-provelo-zustrich-shchodo-onovlennia-mystetskoi-osvity

2. Kyianovskyi A., Pozdniakova T. Fostering student psychological resilience using humanitarian art pedagogy in wartime Ukraine. Discover Education. 2026. Vol. 5. Article 103. DOI: https://doi.org/10.1007/s44217-026-01199-1

3. Овчарук О. Культурні детермінанти формування мистецько-освітнього простору України в умовах війни. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і* мистецтв: наук. Журнал. 2026. № 2. С.10-17. DOI: https://doi.org/10.32461/2226-3209.2.2026.362179

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ УМІННЯ ДІТЕЙ СПОСТЕРІГАТИ ЗА ОБ'ЄКТАМИ ПРИРОДИ

Кудикіна Надія Василівна,
доктор педагогічних наук, професор
КВНЗ КОР «Білоцерківський гуманітарно-педагогічний коледж»

Романенко Людмила Віталіївна,
кандидат педагогічних наук,
старший викладач Педагогічний факультет
Київський столичний університет ім. Бориса Грінченка

Подлєсная Валерія Миколаївна,
студент другого (магістерського) освітнього рівня
Педагогічний факультет Київський столичний
університет ім. Бориса Грінченка

Сучасні суспільні зміни в Україні вимагають від освітньої системи адаптації до нових викликів. В умовах активного розвитку та поширення інформаційних технологій важливо, щоб здобувачі освіти на першому рівні повної загальної середньої освіти володіли не лише базовими знаннями, але й уміннями, серед яких важливе місце посідає вміння досліджувати, аналізувати та робити висновки. У контексті реалізації концепції Нової української школи особливого значення набуває практична діяльність учнів, зокрема проведення експериментів і спостережень у природі, які сприяють розвитку критичного мислення, пізнавальної активності та наукової грамотності.

Питання розвитку дослідницьких умінь молодших школярів знайшло відображення у низці нормативно-правових актів, які регламентують освітню діяльність в Україні, серед яких: Закон України «Про освіту» (2017р.), Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2021р.), Концепція «Нова українська школа» (2016р.) та Державний стандарт початкової освіти (2025). У цих документах підкреслюється важливість формування дослідницької компетентності учнів, зокрема розвитку навичок командної роботи, комунікації та вибору оптимальних способів розв'язання проблем. Таким чином, освітня нормативно-правова база України створює міцне підґрунтя для інтеграції дослідницької діяльності в освітній процес, сприяючи формуванню компетентної особистості.

Розвиток дослідницьких умінь учнів під час спостережень та експериментів в природі є важливою складовою сучасної освіти, що відповідає викликам суспільства і сприяє формуванню компетентних особистостей. Однак, незважаючи на наявність численних досліджень у сфері початкової освіти, питання про ефективні методи розвитку дослідницьких умінь учнів саме під час спостережень та експериментів в природі у процесі вивчення інтегрованого кусу

«Я досліджую світ» залишається недостатньо вивченим. Існує потреба у розробці нових педагогічних підходів і методик, які враховували б сучасні вимоги до освіти та забезпечували б ефективний розвиток дослідницьких умінь здобувачів освіти на першому рівні повної загальної середньої освіти.

Теоретико-методологічні засади розвитку дослідницьких умінь та пізнавальної активності молодших школярів ґрунтовно досліджували українські науковці, такі як Т.Байбара, І.Бех, Н.Бібік, Н.Коваль, О.Онопрієнко, О.Пометун, Т.Савченко, Л.Хомич, Л.Шевченко, та інші. У їхніх працях обґрунтовано психолого-педагогічні умови розвитку дослідницької діяльності учнів, розкрито сутність понять «дослідницькі вміння», «пізнавальна активність», «дослідницька компетентність», а також визначено методи й прийоми, що сприяють формуванню в учнів початкових класів інтересу до пізнання, самостійного мислення та творчого підходу до навчання.

Практичні методики розвитку дослідницької компетентності запропоновані такими вченими, як Л.Варзацька, Л.Ляхоцька, Н.Морзе, Н.Падун, І.Підласий, О.Савченко, Т.Ситник, С.Терно, О.Топузов, Г.Черненко та інші. У їхніх працях представлено ефективні підходи до організації навчально-дослідницької діяльності учнів початкової школи, розроблено моделі інтеграції дослідницьких методів у структуру уроку, описано поетапність формування дослідницьких умінь і критерії їх оцінювання.

Теоретичний аналіз проблеми показує, що розвиток дослідницьких умінь не може здійснюватися стихійно [6]. Спонтанна дитяча цікавість є природною передумовою, але сама по собі не забезпечує переходу до цілеспрямованої дослідницької діяльності. Необхідною є педагогічна організація, за якої інтерес спрямовується на пізнавальне завдання, а окремі враження перетворюються на впорядковане спостереження й осмислений висновок. Учитель визначає мету спостереження, добирає об’єкт, ставить запитання, які допомагають виділити істотні ознаки, створює умови для фіксації результату, підводить до узагальнення. Через це педагогічний супровід є структурним елементом формування дослідницьких умінь, а не лише зовнішньою допомогою [1].

Розвиток уміння спостерігати за об’єктами живої та неживої природи в учнів 1 класів належить до тих напрямів початкової освіти, де результат залежить не стільки від обсягу повідомленої інформації, скільки від якості організації пізнавальної діяльності дитини. Молодший школяр осягає природне довкілля передусім через безпосереднє чуттєве сприймання, практичну взаємодію з предметами, мовленнєве позначення помічених ознак і поступове осмислення зв’язків між явищами. Саме тому методичне забезпечення процесу формування спостережливості не може обмежуватися епізодичним використанням окремих наочних матеріалів або разовими спостереженнями на уроці. Потрібна цілісна система педагогічних умов, за яких спостереження стає не випадковою дією, а впорядкованим способом навчального пізнання[3].

Педагогічні умови в цій площині слід розуміти як спеціально організовані характеристики освітнього процесу, що забезпечують результативне формування в учнів відповідного вміння. Йдеться не лише про зовнішні

організаційні чинники, а й про зміст навчального матеріалу, логіку побудови завдань, мовленнєвий супровід, добір об'єктів для роботи, способи фіксації результату та характер учительської підтримки[4]. Якщо хоча б одна з цих ланок випадає, спостереження втрачає навчальну продуктивність: дитина або просто дивиться на предмет без усвідомленої мети, або механічно відтворює готові відповіді, не здійснюючи власної пізнавальної дії.

Уміння спостерігати за природними об'єктами в 1 класах має складну внутрішню будову. Воно охоплює зосередження уваги на об'єкті, виділення істотних ознак, порівняння, встановлення змін, словесний опис побаченого, елементарне пояснення й фіксацію результату в доступній формі. Для дітей цього віку така діяльність не є природно сформованою у завершеному вигляді. Дитина здатна помітити яскраві, емоційно насичені характеристики предмета, однак не завжди вміє послідовно спостерігати, бачити суттєве, відмежовувати головне від другорядного, співвідносити окремі ознаки між собою. Через це спостереження потребує не лише стимулювання інтересу, а й чіткої методичної організації.

Першою педагогічною умовою виступає системне включення спостереження в структуру уроків інтегрованого курсу «Я досліджую світ» як провідного способу пізнання природного матеріалу. Якщо спостереження використовується час від часу, воно не переходить у стійке вміння. Навпаки, систематичне повернення до цієї дії в різних темах створює в учнів внутрішній алгоритм пізнавальної роботи. Дитина поступово звикає, що ознайомлення з новим природним об'єктом починається не з готового пояснення вчителя, а з його розгляду, опису, порівняння, виявлення характерних рис та змін. За такої організації навчання спостереження набуває статусу регулярної навчальної дії.

Системність не означає одноманітності. Її зміст полягає в тому, що в різних темах зберігається спільна логіка: визначення об'єкта спостереження, постановка пізнавального запитання, спрямування уваги на певні ознаки, фіксація побаченого, формулювання короткого висновку. В одному випадку учні спостерігають за змінами стану неба, в іншому – за листям рослини, у ще одному – за властивостями піску, води чи каменю, але структура дії залишається впізнаваною. Повторюваність такої логіки створює передумови для переходу від дії за вказівкою вчителя до частково самостійного виконання завдання.

Для 1 класів особливо значущим є поступове ускладнення змісту спостереження. На першому етапі дитина зосереджується на зовнішніх, безпосередньо доступних ознаках: колір, форма, розмір, стан поверхні, рух, температура на дотик, наявність чи відсутність певних частин[3]. Далі вводяться порівняльні характеристики: що спільного між двома об'єктами, чим вони різняться, що змінилося зранку і вдень, після дощу або впродовж тижня. На більш просунутому рівні додаються найпростіші причинні запитання: чому калюжа зменшилася, чому рослина нахилилася до світла, чому взимку гілки дерев виглядають інакше, ніж навесні. Така послідовність забезпечує розвиток спостереження як інтелектуально насиченої дії, а не лише сенсорного враження.

Другою педагогічною умовою є створення предметно насиченого й пізнавально стимулювального освітнього середовища, яке дає змогу працювати з реальними об'єктами живої та неживої природи. Для молодшого школяра реальний об'єкт має незрівнянно вищу дидактичну цінність, ніж словесний опис або навіть якісна ілюстрація. Жива рослина, листок, гілка, жолудь, камінець, пісок, вода, лід, хмари за вікном, зміни освітлення, сезонний стан пришкільної території – усе це створює умови для безпосереднього сприйняття, без якого спостереження стає формальним.

Освітнє середовище в цьому розумінні не зводиться до наявності окремих природних об'єктів у класі. Його методична цінність визначається тим, наскільки воно придатне для організованого пізнання. Якщо в класі є календар природи, куточок спостережень, сезонні колекції природних матеріалів, прості прилади для фіксації стану погоди, ілюстративні матеріали для зіставлення результатів, дитячі картки спостережень, тоді навчальний простір починає працювати на розвиток відповідного вміння. Учні не просто отримують інформацію про довкілля, а постійно мають можливість звертатися до нього як до джерела нових спостережень і порівнянь.

Робота з живими об'єктами має здійснюватися з урахуванням вікової психології та вимог безпеки, але саме вона найкраще розвиває уважність до змін, послідовність сприймання й уміння фіксувати динаміку. Спостереження за кімнатною рослиною, проростанням насіння, станом гілочки у воді, сезонними змінами дерева на пришкільній ділянці дають дітям досвід тривалого спостереження, де результат не є миттєвим. Це надзвичайно цінно, оскільки молодший школяр звик до швидкої зміни вражень, а тривале педагогічно організоване спостереження формує витримку, послідовність і вміння бачити розвиток процесу в часі.

Об'єкти неживої природи відкривають інші можливості. Вони дають змогу розвивати точність опису, порівняння властивостей, встановлення залежності між умовами й результатом. Спостерігаючи за водою в різних станах, за сипкістю піску, за гладкою або шорсткою поверхнею каменю, за зміною тіні, за напрямом вітру через непрямі ознаки, учні опановують вміння уважно співвідносити сприйняте з конкретною ознакою. Така робота урівноважує емоційно забарвлене сприймання живої природи більш точним аналізом фізичних характеристик предметів і явищ.

Третьою педагогічною умовою є поетапне формування дії спостереження на основі чіткого алгоритму, який поступово інтеріоризується учнем. Для дітей 1 класів недостатньо лише запропонувати подивитися на об'єкт. Вони потребують інструктивно-орієнтувальної опори, що задає напрям уваги. Ефективним є такий порядок роботи: визначити, що саме спостерігається; встановити, на які ознаки слід звернути увагу; порівняти побачене з уже відомим; зафіксувати результат; висловити короткий висновок. На початковому етапі цей алгоритм задає вчитель через систему коротких, конкретних запитань. Надалі учні починають відтворювати його самостійно.

Алгоритмізація не суперечить розвитку мислення, а, навпаки, створює його опору. Молодший школяр краще виконує інтелектуальну дію, коли її структура для нього прозора. Якщо дитина розуміє, що після розгляду об'єкта потрібно назвати його ознаки, потім порівняти, а далі сказати, що нового вона помітила, її спостереження стає впорядкованим. Відсутність такої послідовності часто призводить до хаотичного переліку вражень, з якого учень не виводить жодного пізнавального результату.

Четвертою педагогічною умовою є мовленнєвий супровід спостереження, що забезпечує перехід від чуттєвого сприймання до усвідомленого опису та пояснення. Уміння спостерігати не можна вважати сформованим, якщо дитина лише побачила об'єкт, але не здатна словесно відтворити результати своїх дій. Саме мовлення структурує сприйняте, допомагає назвати ознаки, розмежувати суттєве і другорядне, побудувати елементарне судження. Учитель має систематично вводити мовні моделі, які полегшують дітям опис: «Я бачу, що…», «Цей предмет відрізняється тим, що…», «Порівняно з учора…», «Можна зробити висновок, що…». Такі конструкції не є шаблоном у негативному значенні, а виступають інструментом оформлення думки.

Мовленнєва підтримка передбачає також збагачення словника учнів назвами ознак, властивостей, станів і дій. Дитина не зможе точно спостерігати, якщо не має слів для позначення побаченого. Через це формування природничого словника не є допоміжною лінією, а безпосередньо пов'язане з розвитком спостережливості. Слова «прозорий», «вологий», «сухий», «крихкий», «гладкий», «шорсткий», «м'який», «твердий», «змінився», «розтанув», «проріс», «пожовтів», «нахилився» забезпечують точність опису, а разом із нею – точність самої пізнавальної дії.

П'ятою педагогічною умовою є поєднання індивідуальної, парної та колективної форм роботи під час спостережень. Спостереження розпочинається як індивідуальний контакт дитини з об'єктом, проте його навчальна результативність суттєво зростає в комунікативній взаємодії. Коли учні обмінюються поміченим, зіставляють свої відповіді, уточнюють формулювання, вони не лише відтворюють результат, а й навчаються бачити об'єкт з різних боків. Для 1 класів це особливо цінно, оскільки в дітей ще не завжди достатньо розвинена внутрішня перевірка власного висловлення; колективне обговорення виконує коригувальну функцію.

Парна робота в методичному плані є зручною формою для навчання порівняння й уточнення спостережень. Один учень може назвати ознаку, інший – перевірити її на об'єкті або доповнити власним спостереженням. Така взаємодія активізує увагу й підтримує пізнавальний інтерес. Колективне обговорення після індивідуального або парного етапу забезпечує узагальнення. Учитель у такій ситуації не просто оцінює відповіді, а допомагає вибудувати логіку: що саме спостерігали, які ознаки назвали, які зміни помітили, до якого висновку дійшли.

Шостою педагогічною умовою є використання різноманітних способів фіксації результатів спостереження, адекватних віковим можливостям дітей 1

класів. Для молодших школярів усне висловлення має поєднуватися з візуальною або графічною опорою. Малюнок, позначка умовним символом, короткий запис, вибір відповідної піктограми, просте заповнення таблиці, календар спостережень, смужка змін, картка з опорними словами — усе це надає пізнавальній дії завершеності. Коли результат не зафіксовано, він швидко втрачається, а спостереження залишається на рівні моментного враження.

Фіксація виконує ще й функцію розвитку самоконтролю. Учень бачить, що спостереження – це дія, яка має початок, перебіг і завершення. Він не лише подивився, а й зафіксував, що саме побачив. У тривалих спостереженнях це дає змогу порівнювати результати в часі. Наприклад, записи чи позначки про стан погоди, зміну кольору листя, ріст рослини, танення снігу чи появу тіні в різний час дня допомагають дітям усвідомити динаміку природних змін не як разове повідомлення вчителя, а як побачену й зафіксовану закономірність.

Сьомою педагогічною умовою є зв’язок спостереження з практичною дією, грою та елементарним дослідницьким завданням. Для молодшого школяра споглядальна пасивність є непродуктивною. Найкраще він спостерігає тоді, коли має певну пізнавальну мету і здійснює дію, яка посилює увагу до об’єкта. Якщо учень не просто дивиться на листок, а порівнює два листки за кольором і формою; не просто спостерігає за водою, а перевіряє, що тоне, а що плаває; не просто дивиться у вікно, а визначає ознаки погоди за конкретним планом, тоді спостереження стає активною пізнавальною процедурою.

Ігровий компонент у 1 класах має не розважальну, а методичну цінність. Ігрова рамка знімає напруження, робить завдання близьким до природної активності дитини й підтримує мотивацію. Пошук «слідів осені», «ознак весняного ранку», «таємниць краплини води», «що розповів камінець» або «що змінилося за тиждень» створює емоційно привабливу форму, в якій зберігається навчальна сутність дії. За такої побудови уроку спостереження не сприймається як формальна вимога, а входить у дитячий досвід як захоплива й водночас осмислена діяльність[5].

Восьмою педагогічною умовою є диференціація завдань і врахування індивідуального темпу розвитку учнів. У 1 класах відмінності між дітьми у сформованості мовлення, довільної уваги, темпу сприймання та вміння зосереджуватися на ознаках є доволі помітними. За однакової організації роботи частина учнів легко виконує завдання на порівняння і формулювання висновку, тоді як інші потребують додаткових опор. Диференціація не означає створення окремих програм, але вимагає варіативності складності: комусь достатньо назвати одну ознаку, комусь можна запропонувати порівняти два об’єкти за кількома параметрами, а хтось уже спроможний пояснити зміну стану.

Методична підтримка слабших учнів може здійснюватися через додаткові запитання, картки з опорними словами, зорові підказки, спрощену форму фіксації результату. Для більш підготовлених учнів ефективними є завдання з елементом прогнозування: що зміниться завтра, яка ознака збережеться, чим цей об’єкт відрізнятиметься від іншого за певної умови. Така організація не тільки

забезпечує доступність навчання, а й створює умови для просування кожної дитини в межах її актуальних можливостей.

Дев'ятою педагогічною умовою є єдність урочної та позаурочної ліній спостереження. Якщо робота з природними об'єктами замикається виключно в межах класної кімнати, можливості для розвитку вміння звужуються. Натомість перенесення спостережень у пришкільний простір, у домашні міні-спостереження, у ведення сезонних щоденників або коротких батьківсько-дитячих завдань поглиблює досвід і робить його життєво значущим. Для дітей молодшого шкільного віку ця єдність особливо продуктивна, адже вони ще не розділяють жорстко навчальний і повсякденний досвід. Те, що було помічено вдома, на прогулянці або дорогою до школи, легко включається в урок як матеріал для обговорення.

Участь батьків у цій лінії має бути помірною й не підміняти дитячу дію. Їхня роль полягає в підтримці спостереження, створенні можливості звернути увагу на об'єкт, а не в готовому поясненні. Якщо дорослий одразу називає всі ознаки й формулює висновок, дитина втрачає простір для власного пізнавального зусилля. Натомість запитання, спільний розгляд, пропозиція описати побачене або порівняти два природні стани підтримують ту саму методичну логіку, яка закладена в шкільному навчанні.

Десятою педагогічною умовою є оцінювання, орієнтоване не лише на правильність відповіді, а й на сам процес спостереження. Якщо педагог фіксує лише кінцевий результат, дитина починає шукати «правильне слово», не вникаючи в саму пізнавальну дію. Натомість варто оцінювати уважність до об'єкта, повноту опису, здатність виділити ознаку, спробу порівняння, самостійність у формулюванні висновку. Такий підхід змінює навчальну мотивацію: учень розуміє, що значення має не випадкове вгадування відповіді, а вміння побачити, назвати і пояснити.

Оцінювання в 1 класах має спиратися на підтримувальний характер зворотного зв'язку. Учитель не просто констатує, що дитина помилилася, а уточнює, на яку ознаку ще варто було звернути увагу, що вдалося помітити правильно, як можна доповнити спостереження. Така форма взаємодії сприяє розвиткові рефлексії[3]. Учень поступово вчиться усвідомлювати, наскільки повним було його спостереження, що залишилося непоміченим, як можна перевірити себе наступного разу.

Отже, сукупність окреслених педагогічних умов утворює цілісну методичну систему. Її ядро становить розуміння спостереження як спеціально організованої пізнавальної дії, а не як пасивного розглядання об'єкта. За такої організації освітнього процесу дитина поступово переходить від емоційно ситуативного сприймання природи до більш упорядкованого і змістовного спостереження. Вона вчиться не лише бачити природний об'єкт, а й аналізувати його, зіставляти, помічати зміни, словесно оформлювати результат і робити елементарний висновок. Саме ця послідовність і становить методичну основу розвитку в молодших школярів уміння спостерігати за об'єктами живої та неживої природи.

Список літератури

1. Бібік Н. М. Нова українська школа: порадник для вчителя / за заг. ред. Н. М. Бібік. – Київ : Літера ЛТД, 2019. – 208 с.

2. Bybee R. W. Teaching science as inquiry // Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science / ed. by J. Minstrell, E. H. van Zee. – Washington, DC : American Association for the Advancement of Science, 2000. – P. 20-46.

3. Conezio K., French L. Science in the preschool classroom: Capitalizing on children's fascination with the everyday world to foster language and literacy development // Young Children. – 2002. – Vol. 57, No. 5. – P. 12–18.

4. Gelman R., Brenneman K. Science learning pathways for young children // Early Childhood Research Quarterly. – 2004. – Vol. 19, No. 1. – P. 150-158.

5. Worth K. Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process. – Boston : Education Development Center, 2010. – 88 p.

6. Worth K., Grollman S. Worms, Shadows and Whirlpools: Science in the Early Childhood Classroom. – Portsmouth, NH : Heinemann, 2003. – 191 p.

КОМПЕТЕНТНІСНА ПАРАДИГМА КОНСТРУЮВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Мокляк Софія,
студентка групи СО(а)М-25з
Навчально-наукового інституту іноземних мов Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г.Короленка

Петрушова Наталія,
канд.філол.наук, доцент, доцент кафедри англійської та німецької філології
Навчально-наукового інституту іноземних мов Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г.Короленка

Сучасний етап розвитку іншомовної освіти в закладах загальної середньої освіти характеризується посиленням уваги до компетентнісної парадигми, яка передбачає переосмислення цілей, змісту та організаційно-методичних засад навчання іноземних мов. Особливої актуальності зазначена проблематика набуває на рівні старшої школи, де освітній процес має враховувати не лише вікові та індивідуально-психологічні особливості учнів, а й їхні професійні інтереси, освітні потреби та перспективи подальшої соціальної реалізації. Відповідно до концептуальних положень профільного навчання, старша школа покликана забезпечувати умови для формування індивідуальної освітньої траєкторії, що передбачає диференціацію змісту навчальних предметів залежно від обраного учнями напряму підготовки. У цьому контексті іноземна мова постає не тільки як обов'язковий компонент загальноосвітньої підготовки, але й як важливий інструмент міжкультурної взаємодії, професійного становлення та інтелектуального розвитку особистості. Саме тому конструювання змісту іншомовної освіти має здійснюватися з урахуванням принципів практичної спрямованості, особистісної значущості навчального матеріалу, діяльнісного характеру освітнього процесу та орієнтації на досягнення конкретних компетентнісних результатів [1].

Принциповою особливістю компетентнісної парадигми є зміщення акцентів із засвоєння визначеного обсягу мовних знань на формування здатності учнів самостійно й доцільно застосовувати їх у різноманітних комунікативних ситуаціях. Така трансформація освітніх пріоритетів передбачає переорієнтацію навчального процесу з накопичення лексико-граматичного матеріалу на розвиток практичного досвіду іншомовної взаємодії, критичного мислення, інформаційної грамотності та здатності до самостійного навчання. У межах зазначеного підходу результативність іншомовної підготовки визначається не стільки кількістю засвоєних мовних одиниць, скільки готовністю старшокласників використовувати набуті знання, уміння й навички для

розв'язання актуальних навчальних, соціальних і професійно орієнтованих завдань. Важливого значення набуває також здатність особистості адаптувати власну комунікативну поведінку до змінних умов спілкування, враховувати соціокультурний контекст взаємодії та обирати відповідні мовні засоби для реалізації комунікативного наміру. Отже, компетентнісне навчання іноземних мов забезпечує перехід від репродуктивного засвоєння навчального матеріалу до його свідомого використання у практичній діяльності, що створює передумови для успішної соціалізації та професійної самореалізації випускника [3].

Центральне місце в структурі компетентнісно зорієнтованого навчання іноземних мов посідає іншомовна комунікативна компетентність, яка розглядається як інтегративне особистісне утворення, що забезпечує здатність здійснювати усну та письмову взаємодію відповідно до мети, умов і соціокультурних особливостей спілкування. Її формування передбачає комплексний розвиток мовленнєвих умінь в аудіюванні, говорінні, читанні та письмі, а також оволодіння мовними засобами, необхідними для побудови й інтерпретації іншомовних висловлювань. Водночас володіння лексичними, граматичними, фонетичними та орфографічними нормами саме собою не гарантує здатності особистості ефективно комунікувати, оскільки практичне використання мови потребує сформованості відповідних мовленнєвих навичок і стратегій. Не менш важливим компонентом виступає соціокультурна обізнаність, що забезпечує розуміння національно-культурної специфіки країни, мова якої вивчається, норм мовленнєвого етикету, особливостей комунікативної поведінки та усталених моделей соціальної взаємодії. Таким чином, іншомовна комунікативна компетентність формується на основі взаємопов'язаного розвитку мовного, мовленнєвого, соціолінгвістичного та соціокультурного компонентів, інтеграція яких забезпечує повноцінне функціонування особистості в іншомовному комунікативному середовищі.

Важливою умовою реалізації компетентнісної парадигми є відповідне структурування змісту навчання, яке має відображати не лише систему мовних знань, а й різноманітні способи їх практичного застосування. Зміст іншомовної освіти у старшій школі доцільно конструювати з урахуванням комунікативних потреб учнів, їхнього життєвого досвіду, навчальних інтересів та майбутніх професійних орієнтирів. Особливого значення набуває включення до навчального матеріалу автентичних текстів, соціокультурної інформації, проблемних ситуацій і завдань, які моделюють реальні умови іншомовної взаємодії. Такий підхід сприяє формуванню в старшокласників уміння знаходити, аналізувати, критично оцінювати та використовувати інформацію з різних джерел, зокрема електронних ресурсів, для задоволення власних комунікативних і пізнавальних потреб. Крім того, навчальний матеріал має передбачати поступове ускладнення мовленнєвих завдань, забезпечувати можливості для самостійного продукування усних і письмових висловлювань та стимулювати усвідомлене використання мовних засобів у різних сферах спілкування. Отже, зміст навчання повинен мати функціональний і прагматичний характер, оскільки саме його практична спрямованість визначає

можливості перенесення сформованих компетентностей у позанавчальну діяльність.

У контексті компетентнісного підходу особливої ваги набуває діяльнісний компонент навчання, оскільки формування іншомовної комунікативної компетентності відбувається безпосередньо в процесі виконання учнями різноманітних мовленнєвих і навчально-пізнавальних дій. Йдеться про необхідність організації освітнього процесу таким чином, щоб старшокласники не залишалися пасивними реципієнтами інформації, а виступали активними суб'єктами навчальної діяльності, здатними самостійно визначати мету, планувати послідовність дій, оцінювати отримані результати та коригувати власні стратегії навчання. Важливим засобом досягнення цієї мети є використання комунікативних вправ, рольових ігор, дискусій, проєктної діяльності, проблемних завдань, а також індивідуальних, парних і групових форм роботи. Застосування зазначених технологій створює умови для розвитку здатності аргументувати власну позицію, висловлювати судження, досягати взаєморозуміння та враховувати комунікативні наміри інших учасників взаємодії. Водночас самостійна робота з інформаційними ресурсами, довідковими матеріалами та автентичними текстами сприяє розвитку навчальної автономії, рефлексивних умінь і відповідальності за результати власної освітньої діяльності. У цьому аспекті компетентнісна парадигма передбачає не лише засвоєння іншомовного матеріалу, але й оволодіння способами його самостійного поповнення, систематизації та вдосконалення відповідно до індивідуальних потреб учнів [2].

Окремої уваги потребує питання диференціації змісту навчання іноземних мов відповідно до рівнів і профілів підготовки старшокласників. Зважаючи на неоднорідність освітніх потреб учнів 10–11-х класів, конструювання навчального матеріалу має передбачати поєднання обов'язкового загальноосвітнього компонента з елементами поглибленої та професійно орієнтованої іншомовної підготовки. За таких умов особливого значення набуває функціональна компетентність, яка забезпечує використання іноземної мови для виконання академічних завдань, зокрема читання наукових першоджерел, анотування й реферування текстів, сприймання та конспектування лекцій, підготовки презентацій і участі в семінарських обговореннях. Відповідно, навчальний зміст повинен охоплювати не тільки загальновживану лексику та типові комунікативні моделі, але й термінологічні одиниці, жанрово-стилістичні особливості текстів і мовленнєві конструкції, актуальні для відповідних галузей знань. Така організація навчання сприяє формуванню готовності учнів використовувати іноземну мову як інструмент подальшої освіти, професійного розвитку та міжкультурної комунікації. Водночас диференціація змісту не повинна порушувати цілісності іншомовної підготовки, а має забезпечувати варіативність навчальних маршрутів за умови збереження визначених освітніх результатів.

Методологічно значущим аспектом компетентнісного конструювання змісту навчання є узгодженість цілей, навчального матеріалу, освітніх технологій,

організаційних форм і засобів оцінювання результатів. У цьому зв'язку доцільно враховувати основні складники компетентнісного підходу, серед яких виокремлюють цільові орієнтири освіти, особливості добору й організації її змісту, вибір педагогічних технологій, специфіку організації освітнього процесу та форми контролю навчальних досягнень [4]. Застосування зазначених положень у сфері іншомовної освіти передбачає, що кожен компонент навчальної системи має бути підпорядкований формуванню здатності учнів ефективно здійснювати комунікацію в різних соціальних і культурних контекстах. Особливу роль відіграє взаємозв'язок мовного та соціокультурного компонентів, оскільки оволодіння іноземною мовою неможливе без усвідомлення культурних норм, цінностей, традицій і специфіки комунікативної поведінки її носіїв. Унаслідок цього освітній процес набуває характеру діалогу культур, у межах якого відбувається не лише засвоєння іншомовних реалій, але й осмислення власної культурної ідентичності через зіставлення різних моделей світосприйняття. Таким чином, компетентнісна організація іншомовної освіти забезпечує інтеграцію навчальних, пізнавальних, комунікативних і соціокультурних завдань у цілісну систему формування особистості.

Не менш важливим складником реалізації компетентнісної парадигми є трансформація підходів до контролю та оцінювання іншомовних навчальних досягнень старшокласників. Якщо традиційна система оцінювання значною мірою орієнтувалася на перевірку засвоєння мовних правил, лексичних одиниць і граматичних структур, то компетентнісна модель передбачає визначення здатності учнів використовувати ці знання для виконання конкретних комунікативних завдань. Відповідно, пріоритетного значення набуває оцінювання рівня сформованості рецептивних і продуктивних умінь, зокрема здатності сприймати й інтерпретувати усну та письмову інформацію, створювати зв'язні висловлювання, аргументувати власні позиції та брати участь у міжособистісній взаємодії. Доцільним є також упровадження елементів самооцінювання та взаємооцінювання, які сприяють розвитку рефлексивної культури учнів, усвідомленню ними власних досягнень і визначенню перспектив подальшого вдосконалення. Важливо, щоб оцінювання не обмежувалося констатацією кінцевого результату, а виконувало діагностичну й розвивальну функції, забезпечуючи можливість своєчасного коригування індивідуальної освітньої траєкторії. Отже, ефективність компетентнісного навчання визначається не лише рівнем засвоєння програмового матеріалу, а й здатністю учня самостійно застосовувати сформований іншомовний досвід у нових, практично значущих ситуаціях.

Підсумовуючи викладене, зазначимо, що компетентнісна парадигма є концептуальною основою модернізації змісту навчання іноземних мов у старшій школі, оскільки забезпечує його переорієнтацію на практичні результати, особистісний розвиток і підготовку учнів до ефективної діяльності в умовах багатомовного та полікультурного суспільства. Її реалізація передбачає системне оновлення принципів добору й структурування навчального матеріалу, посилення комунікативної та професійної спрямованості змісту освіти,

інтеграцію мовного, мовленнєвого й соціокультурного компонентів, а також використання діяльнісних та інтерактивних технологій навчання. Визначальним критерієм ефективності конструювання змісту іншомовної освіти має бути його здатність забезпечувати не тільки формування необхідного обсягу знань і навичок, але й розвиток самостійності, критичного мислення, рефлексивних здібностей та готовності до безперервного навчання. Особливого значення набуває узгодження змісту підручників і навчально-методичних матеріалів із комунікативними потребами старшокласників, рівнем їхньої підготовки та перспективами майбутнього професійного становлення. За таких умов іншомовна освіта постає як цілісний процес формування компетентної мовної особистості, здатної свідомо використовувати іноземну мову для розширення власного інтелектуального простору, міжкультурної взаємодії та професійної самореалізації.

Список літератури

1. Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 05.06.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text (дата звернення: 20.10.2026).

2. Лінгводидактичні засади навчання іноземної мови учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів: навчально-методичний посібник / В. Г. Редько, Т. К. Полонська, Н. П. Басай [та ін.] ; за наук. ред. В. Г. Редька.Київ : Педагогічна думка, 2013. 260 с.

3. Методика навчання іноземних мов і культур: теорія і практика : підручник для студ. класичних, педагогічних і лінгвістичних ун-тів / Бігич О. Б., Бориско Н. Ф., Борецька Г. Е. та ін.// за заг. ред. С. Ю. Ніколаєвої. Київ : Ленвіт, 2013. 590 с.

4. Трубачева С. Е. Діяльнісна спрямованість орієнтовного апарату підручника у формуванні навчальних компетентностей учнів. Проблеми сучасного підручника. Київ : Пед. думка, 2012. Вип. 12. С. 251–255.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ХВИЛЬОВИХ ЯВИЩ В АСТРОФІЗИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДКРИТИХ БАЗ ДАНИХ

Мосійчук Олег Романович
Здобувач магістерського рівня вищої освіти
Рівненський державний гуманітарний університет

Михальчук Марія Василівна
Здобувач магістерського рівня вищої освіти
Рівненський державний гуманітарний університет

Мислінчук Володимир Олександрович
к. пед. наук, доцент,
завідувач кафедри фізики, астрономії та методики викладання
Рівненський державний гуманітарний університет

Розвиток сучасної системи природничо-математичної освіти в Україні гостро ставить питання про залучення учнівської молоді до роботи з автентичними науковими даними. Специфіка вивчення астрономії та хвильової фізики у профільних класах ліцеїв вимагає високого рівня наочності, оскільки більшість досліджуваних об'єктів (зірки, квазари, галактики) є недоступними для безпосереднього спостереження [1]. Особливо складними для сприйняття старшокласників є хвильові процеси в астрофізиці — періодичні зміни електромагнітного випромінювання космічних джерел, аналіз спектральних ліній та реєстрація імпульсних сигналів [2].

Традиційне навчання у цій галузі часто обмежується вивченням статичних графіків із підручників, що створює хибне уявлення про астрофізику як про суто описову, а не точну експериментальну науку. Розв'язанням цієї проблеми є інтеграція відкритих професійних астрономічних баз даних (таких як каталоги *NASA*, Європейського космічного агентства *ESA*, Австралійського національного телескопа *ATNF*) у системи комп’ютерної візуалізації [3, 4, 5]. Перенесення навчального процесу в середовище обробки реальних астрофізичних даних дозволяє учням самостійно досліджувати хвильове випромінювання Всесвіту, будувати динамічні моделі та вивчати закони поширення хвиль на прикладі реальних космічних об'єктів, що забезпечує формування якісно нової експериментальної компетентності дослідницького рівня.

Навчально-дослідницька діяльність учнів у процесі вивчення хвильової оптики та квантової фізики перебуває у центрі уваги таких дослідників, як С.П. Величко та М.О. Савченко. Питання інтеграції елементів *STEM*-освіти та хмарних сервісів у практику роботи сучасних ліцеїв досліджувалися О.В. Третьяковою. Використання астрономічних даних та програм обробки

спектрів у вищій та середній школі частково розглядалося у роботах І.А. Сліпухіної. Водночас дидактичні умови, за яких відкриті міжнародні каталоги стають безпосередньою основою для комп'ютерної візуалізації хвильових процесів в астрофізиці з метою формування експериментальної компетентності старшокласників, наразі не набули цілісного висвітлення.

Замість стандартних покрокових алгоритмів, методика візуалізації складних хвильових спектрів у навчальному процесі реалізується через розгалужену матрицю взаємодії чотирьох концептуальних вузлів системи. Дана структура поєднує інструменти збору, обробки, графічної інтерпретації та верифікації даних (рисунок 1).

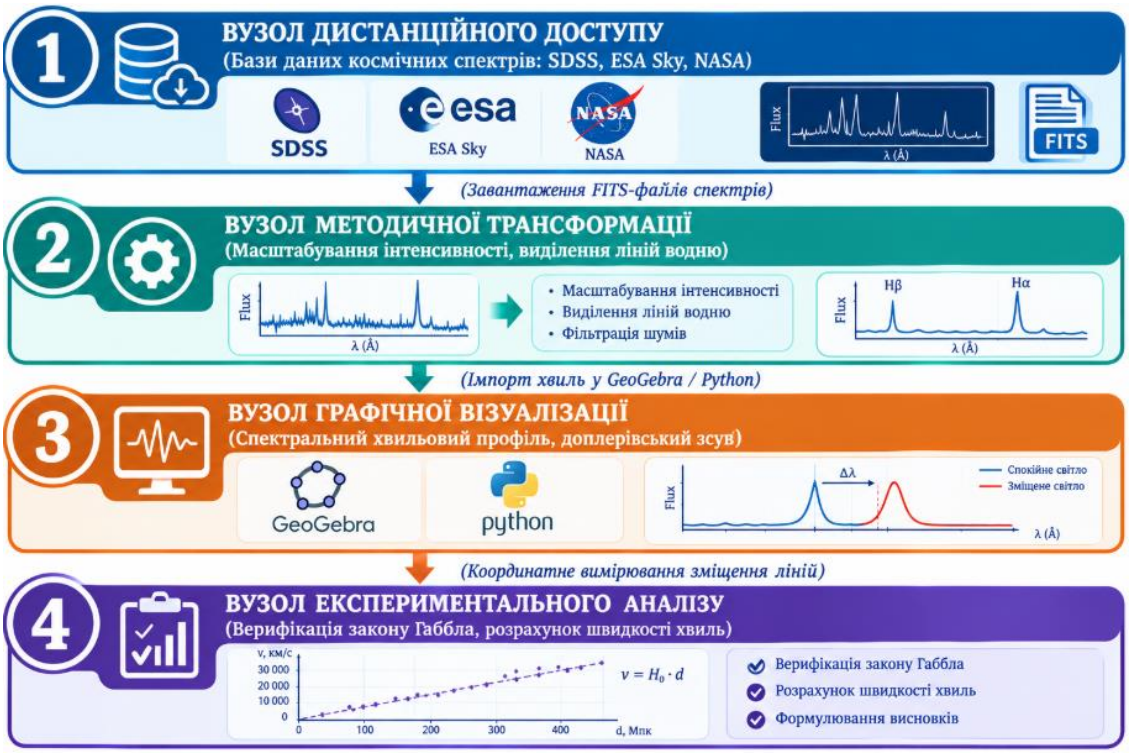


Рис. 1. Матриця взаємодії цифрових вузлів при візуалізації космічних спектрів. (Джерело: *авторська розробка*).

Ця чотирьох-вузлова архітектура дозволяє організувати наскрізне *STEM*-дослідження, де абстрактне поняття хвилі матеріалізується у вигляді конкретного розподілу енергії по спектральних каналах.

Впровадження розробленої методики розглянемо під час виконання цифрового лабораторного дослідження *«Комп'ютерне моделювання доплерівського зсуву електромагнітних хвиль у спектрах далеких галактик»*. Фізична основа роботи базується на аналізі спектрального профілю випромінювання. Космічний спектр розглядається як складна суперпозиція неперервної теплової хвилі та дискретних ліній поглинання хімічних елементів (зокрема, серії Бальмера для водню H_α). Математичний опис хвильового зсуву задається класичним релятивістським рівнянням Доплера для радіальної швидкості джерела (υ): $z = \frac{\lambda_{спост} - \lambda_{лаб}}{\lambda_{лаб}} \approx \frac{\upsilon}{c}$. Де $\lambda_{спост}$ - довжина хвилі лінії,

зафіксована у спектрі космічного об’єкта, $\lambda_{лаб}$ – еталонна лабораторна довжина хвилі (для лінії водню $H_\alpha = 656{,}3$ *нм*), а c – швидкість світла.

Хід дослідження.

1. *Екстракція даних.* Учні підключаються до відкритої бази даних проекту *SDSS* (*Sloan Digital Sky Survey*). За унікальним ідентифікатором об'єкта вони експортують масив даних реального спектра далекої галактики або квазара.

2. *Побудова та візуалізація.* Дані імпортуються до системи комп'ютерної підтримки. Програма будує детальний хвильовий профіль: по осі *X* відкладається довжина хвилі у нанометрах (*нм*), по осі *Y* — інтенсивність потоку енергії. Замість простого графіка, візуалізаційне вікно відображає складну хвилясту лінію з багатьма різкими спадами («провалами»), кожен з яких відповідає певній лінії поглинання. Програма автоматично підсвічує область еталонного положення лінії водню та фактичного зміщеного положення (рис. 2).

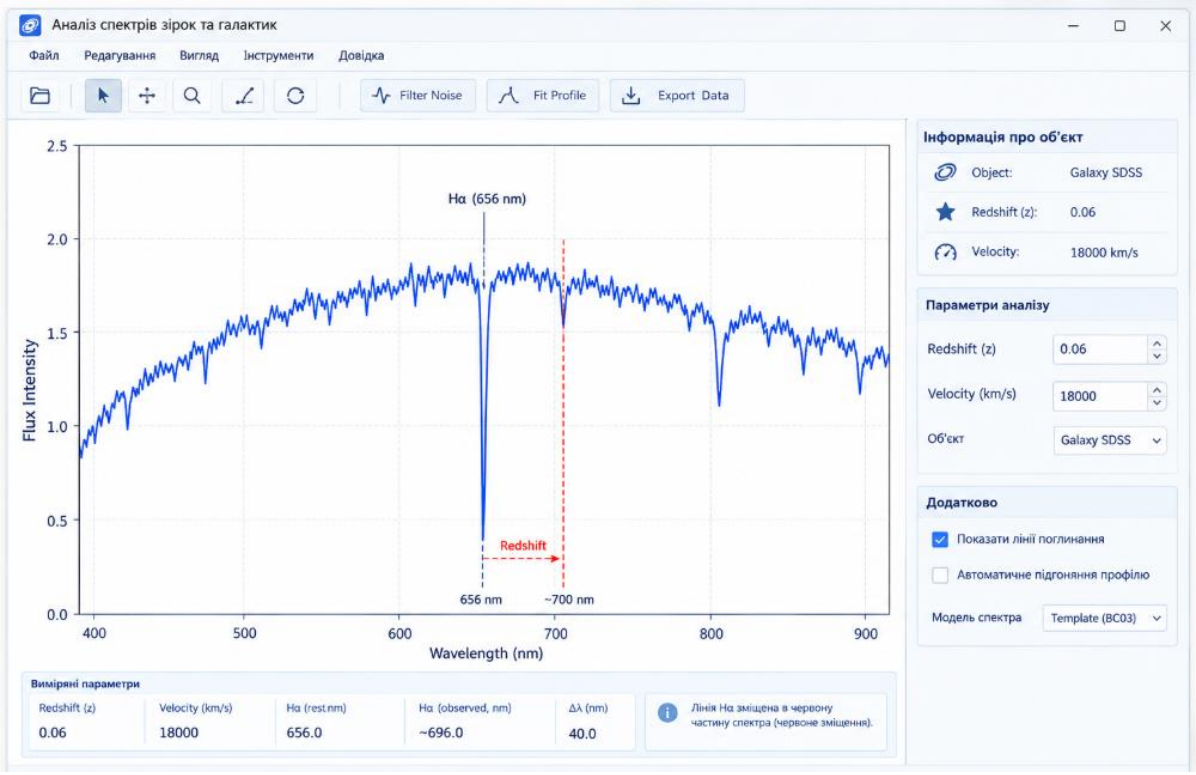


Рис. 2. Інтерфейс комп’ютерної моделі візуалізації космічного спектра з фіксацією доплерівського зсуву ліній поглинання водню.
(Джерело: *авторська розробка*)

3. *Експериментальний аналіз*. Учні використовують інтерактивний інструмент «віртуальний візир» для фіксації точного координатного центру спаду хвилі. Змінюючи параметри фільтрації, вони очищують спектральну криву від атмосферних перешкод. Визначивши реальне зміщення лінії в червону (довгохвильову) область, учні за формулою Доплера розраховують швидкість віддалення космічного об'єкта та відстань до нього за законом Габбла. Додатково учні здійснюють порівняльний аналіз отриманих значень із табличними лабораторними стандартами, що дозволяє їм наочно оцінити масштаби

космологічного розширення простору на різних етапах еволюції Всесвіту. На основі розрахованих параметрів швидкості та відстані ліцеїсти будують графічну залежність, яка графічно підтверджує лінійний характер закону Габбла, та самостійно оцінюють межі похибок вимірювань, зумовлених власним пекулярним рухом досліджуваних галактик.

Таблиця 1.

Хвильові параметри спектрів космічних об’єктів та результати розрахунку їхньої динаміки

Тип та індекс об’єкта (база *SDSS*)	Спостережув. хвиля H_α (нм)	Червоне зміщення (z)	Характер хвильового профілю у вікні моделі	Розрахункова швидкість ($км/с$)	Методичний компонент дослідження
Галактика *NGC 4321*	*659,7*	0,0052	Помірно зашумлений, глибокі лінії	1560	Розрахунок швидкостей ближнього космосу
Квазар *SDSS J11*	*820,4*	0,2500	Надвисокий рівень шуму, зміщення в *ІЧ* – зону	75000	Моделювання релятивіст. ефектів
Спіральна галактика	*662,1*	0,0088	Чіткий профіль, виражена емісійна компонента	2640	Оцінка похибок вимірювання мінімуму хвиль

Джерело: *розробка авторів.*

Перспективи застосування розробленої методичної системи комп'ютерної візуалізації динамічних процесів не обмежуються лише аналізом спектрів, а мають наскрізний характер для всього шкільного курсу фізики та астрономії. Впровадження аналогічних інтерактивних моделей є дидактично ефективним у таких суміжних розділах:

- Візуалізація законів теплового випромінювання (закони Віна та Стефана-Больцмана) через динамічну зміну форми хвилі абсолютно чорного тіла при зміні температури зірки.
- Моделювання акустичних хвиль у міжзоряних газових хмарах (ударні хвилі від вибухів наднових зірок).
- Графічна інтерпретація гравітаційного лінзування як хвильового викривлення світлових фронтів під дією масивних об'єктів.
- Анімація коливань реліктового випромінювання для наочного пояснення концепції розширення раннього Всесвіту.

Інтеграція відкритих астрофізичних баз даних у систему комп'ютерної візуалізації вивчення фізики та астрономії є потужним фактором модернізації всієї природничої освіти у старшій школі в умовах євроінтеграції освітнього простору. Практична робота з автентичними періодичними та спектральними сигналами Всесвіту дозволяє успішно подолати традиційний формалізм у навчанні, замінюючи абстрактні математичні формули наочними інтерактивними цифровими образами. Впровадження цієї методичної системи забезпечує ефективну реалізацію міжпредметних зв'язків та засад *STEM*-освіти, оскільки учні одночасно опановують інструменти астрофізичного аналізу, методи комп'ютерного моделювання та навички обробки цифрових масивів даних.

Запропонована методика максимізує самостійність ліцеїстів, активізує їхній внутрішній дослідницький потенціал, розвиває когнітивні гнучкість і навички критичного аналізу великих обсягів неструктурованої інформації. Як результат, у школярів формується стійка експериментальна компетентність та наукове мислення високого рівня, що повністю відповідає сучасним запитам цифровізованого суспільства та глобальним тенденціям розвитку інноваційної цифрової науки.

Список літератури

1. Головко М. Удосконалення методики навчання астрономії засобами комп’ютерних технологій / Микола Головко // Фізика та астрономія в школі. – 2007. – № 3 (60). – С. 27-32.

2. Александров Ю.В., Шевченко В.Г. Астрофізика: підручник для студентів спеціальності «Фізика та астрономія» класичних університетів. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 256 с.

3. *Gaia archive.* European Space Agency. URL: *https://gea.esac.esa.int/archive/* (дата звернення: 29.10.2026).

4. *Sloan Digital Sky Survey.* (SDSS). URL: *https://www.sdss.org/*. (дата звернення: 29.10.2026).

5. *NASA Earth Observing System Data Catalog Tools*. NASA Science. URL: *https://www.nasa.gov/*. (дата звернення: 29.10.2026).

6. Мислінчук В.О., Варфоломєєв Д.І., Новак О.В. Стратегія реалізації науково-дослідницьких проектів на основі застосування електронних освітніх ресурсів. // The 10-st International scientific and practical conference: "European scientific discussions" (August 15-17, 2021) Potere della ragione Editore. Rome, Italy. 2021. – p.p. 107 – 114.

ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА В УМОВАХ НОРМАТИВНИХ ЗМІН: НОВІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

Олефір Наталія Віталіївна,
старший викладач
кафедри загальної та спеціальної педагогіки
КЗВО «Дніпровська академія неперервної освіти» ДОР
м. Дніпро, Україна

Розвиток інклюзивної освіти в Україні передбачає не лише забезпечення доступу дітей з особливими освітніми потребами до навчання у закладах загальної середньої освіти, а й удосконалення механізмів організації освітнього процесу відповідно до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Важливим чинником цих змін є оновлення нормативно-правового регулювання, яке визначає порядок надання підтримки, розроблення індивідуальної програми розвитку, діяльність команди психолого-педагогічного супроводу та організацію навчання. У зв'язку з цим особливої уваги потребує співвідношення нормативно визначених вимог і реальних педагогічних рішень, від яких залежить можливість учня повноцінно брати участь в освітньому процесі.

Нормативною основою організації інклюзивного навчання є Закон України «Про освіту», який закріплює право на якісну освіту та визначає засади забезпечення необхідних умов для здобуття освіти особами з особливими освітніми потребами [1]. Безпосередні організаційні механізми навчання учнів з особливими освітніми потребами у закладах загальної середньої освіти встановлено Порядком, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 15 вересня 2021 р. № 957. Важливим етапом його оновлення стало ухвалення постанови Кабінету Міністрів України від 5 лютого 2026 р. № 129, якою Порядок викладено в новій редакції. Відповідні положення набрали чинності 1 серпня 2026 року [2]. Наступні зміни внесено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2026 р. № 1164, яка набрала чинності 1 жовтня 2026 року [3].

Зміст нормативних змін свідчить про увагу до процедур організації інклюзивного навчання та механізмів надання підтримки. Зокрема, оновлено підходи до визначення рівнів підтримки, удосконалено форму індивідуальної програми розвитку, уточнено умови організації навчання учнів із різними освітніми потребами. Передбачено також можливість модифікації змісту окремих навчальних предметів (інтегрованих курсів) для учнів із труднощами легкого ступеня прояву [2]. Практичне значення цих змін полягає в тому, що організація навчання може враховувати не лише наявність висновку інклюзивно-ресурсного центру, а й характер труднощів здобувача освіти та необхідний обсяг підтримки.

Водночас оновлення нормативної бази не слід розглядати винятково як зміну документів і процедур. Їхнє практичне значення визначається тим, наскільки

педагогічні працівники розуміють зміст нових вимог і можуть застосовувати їх під час планування та реалізації навчання. Наприклад, визначення рівня підтримки має бути пов'язане з добором відповідних способів організації освітнього процесу, залученням необхідних фахівців і створенням умов для участі учня в навчальній діяльності. Отже, нормативні положення набувають практичного значення за умови їх послідовного втілення у щоденній роботі закладу освіти.

Одним із ключових інструментів індивідуалізації навчання залишається індивідуальна програма розвитку. Відповідно до оновленого Порядку її розробляє команда психолого-педагогічного супроводу протягом місяця, а перегляд здійснюється не рідше ніж двічі на рік і за потреби частіше [2]. Дотримання цих вимог дає змогу регулярно узгоджувати зміст підтримки з актуальними потребами учня. Проте результативність програми залежить не від повноти заповнення її пунктів, а від того, чи відображає вона конкретні освітні потреби, визначає необхідні зміни в організації навчання та допомагає педагогам узгоджувати свої дії.

Практичний аспект використання індивідуальної програми розвитку розглянуто у статті І. Михновецької. Автор систематизує її структурні компоненти та обгрунтовує необхідність розглядати програму не лише як обов'язковий документ, а й як механізм планування, координації й моніторингу підтримки учня [4]. Практична цінність індивідуальної програми розвитку полягає в її систематичному використанні для організації навчання відповідно до індивідуальних потреб учня. Зокрема, передбачені в програмі заходи мають визначати способи пояснення навчального матеріалу, добір завдань, організацію взаємодії та оцінювання результатів навчання.

Не менш важливим напрямом реалізації нормативних змін є визначення способів адаптації та модифікації змісту навчальних предметів. Оновлений Порядок розмежовує ці поняття: адаптація передбачає зміну методів і способів навчання та рівня складності завдань без зміни загального обсягу навчального навантаження й очікуваних результатів, тоді як модифікація пов'язана зі зміною змісту навчання, обсягу навантаження та очікуваних результатів [2]. Для педагогічної практики принципово важливо враховувати цю відмінність під час планування уроків. Учитель має визначати, які саме зміни необхідні здобувачу освіти для опанування навчального матеріалу, а команда супроводу – узгоджувати відповідні рішення з його освітніми потребами.

Зміни в організації інклюзивного навчання стосуються також взаємодії учасників освітнього процесу. Згідно з оновленим Порядком, керівник закладу освіти забезпечує роботу команди психолого-педагогічного супроводу, до якої залучаються фахівці інклюзивно-ресурсного центру [2]. Проте сама наявність команди не гарантує узгодженості педагогічних дій. Для ефективної підтримки необхідно, щоб учитель, асистент учителя, практичний психолог, учитель-дефектолог та інші залучені фахівці обмінювалися результатами спостережень, спільно визначали доцільні способи допомоги й аналізували їхню результативність. Водночас професійні функції учасників мають бути чітко

розмежовані: учитель відповідає за реалізацію освітньої програми та викладання навчальних предметів, а асистент учителя бере участь в організації освітнього процесу й надає підтримку відповідно до визначених потреб учня та узгоджених командою рішень.

Значення професійної готовності педагогів для розвитку інклюзивного середовища розкриває М. Дубінка, розглядаючи інклюзивну освіту як системний чинник формування професійної готовності педагога та безбар'єрного освітнього середовища [5]. Реалізація нормативних вимог залежить від здатності педагогів застосовувати набуті знання в конкретних навчальних ситуаціях і враховувати індивідуальні потреби учнів. Педагогічна компетентність виявляється в умінні визначати бар'єри в навчанні, добирати доступні способи подання інформації, передбачати необхідні адаптації та аналізувати результати застосованих підходів. Отже, професійний розвиток педагогів має поєднувати ознайомлення з нормативними змінами з практичною підготовкою до їх реалізації в освітньому процесі.

Окремого розгляду потребують зміни, внесені постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2026 р. № 1164. Документ передбачає ведення журналу обліку психолого-педагогічних і корекційно-розвиткових занять в електронній формі з використанням автоматизованої системи роботи інклюзивно-ресурсних центрів (АС «ІРЦ»). Підтвердження факту проведення занять батьками або іншими законними представниками здійснюється електронно через цю систему або в паперовій формі [3]. Запровадження електронного обліку має впорядкувати фіксацію наданих послуг і полегшити доступ до інформації про проведені заняття. Водночас ведення документації повинно залишатися засобом обліку та контролю, не відволікаючи фахівців від основного завдання – надання учневі допомоги відповідно до його індивідуальних потреб.

Аналіз нормативних змін дає підстави стверджувати, що їх реалізація передбачає узгодження організаційних процедур із педагогічним змістом інклюзивного навчання. Для закладу освіти важливо не лише забезпечити виконання встановлених вимог, а й систематично оцінювати потреби учнів, планувати індивідуальну підтримку, налагоджувати співпрацю фахівців та аналізувати результати навчання. Визначальним показником ефективності інклюзивної практики має бути не кількість оформлених документів, а відповідність освітнього процесу потребам здобувача освіти, його участь у спільній діяльності та можливість досягати запланованих освітніх результатів.

Отже, нормативні зміни 2026 року формують оновлені організаційні засади інклюзивного навчання та уточнюють механізми надання підтримки учням з особливими освітніми потребами. Їх упровадження потребує належної професійної підготовки педагогів, змістовного використання індивідуальної програми розвитку, узгодженої роботи команди супроводу та обгрунтованого застосування адаптації й модифікації навчального матеріалу. Перехід від нормативно визначених процедур до якісного інклюзивного навчання можливий

за умови, що кожне організаційне рішення спрямоване на подолання освітніх бар'єрів і забезпечення повноцінної участі учня в освітньому процесі.

Список літератури

1. Про освіту : Закон України від 05 вересня 2017 р. № 2145-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text (дата звернення: 29.10.2026).

2. Про внесення змін до Порядку організації інклюзивного навчання у закладах загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 05 лютого 2026 р. № 129. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/129-2026-%D0%BF#Text (дата звернення: 29.10.2026).

3. Про внесення змін до порядків, затверджених постановами Кабінету Міністрів України від 10 квітня 2019 р. № 530 і від 15 вересня 2021 р. № 957 : постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2026 р. № 1164. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1164-2026-%D0%BF#Text (дата звернення: 29.10.2026).

4. Михновецька І. В. Індивідуальна програма розвитку учня з особливими освітніми потребами як інструмент психолого-педагогічного супроводу в умовах інклюзивного навчання. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.* Серія 19. Корекційна педагогіка та спеціальна психологія. 2026. Вип. 50. С. 77–93. DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series19.2026.50.09. URL: https://sj.udu.edu.ua/index.php/kpsp/uk/article/view/598 (дата звернення: 29.10.2026).

5. Дубінка М. Інклюзивна освіта як системний чинник формування професійної готовності педагога та безбар'єрного освітнього середовища. *Наукові записки.* Серія: Педагогічні науки. 2026. Вип. 224. С. 347–352. DOI: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2026-1-224-347-352. URL: https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/2941 (дата звернення: 29.10.2026).

ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ПОКАЗНИК ЗМІНИ ОСВІТНІХ ПРІОРИТЕТІВ В УКРАЇНІ

Ракітянська Людмила Миколаївна,
доктор педагогічних наук, доцент, професор
Криворізького державного педагогічного університету

Реформування вітчизняної системи освіти грунтується на переосмислені та системних змінах базових засад традиційної моделі освіти, зокрема, освітніх пріоритетів, за умови збереження національних надбань і традицій та з орієнтацією на провідні тенденції розвитку світової освітньої практики. За традиційною (авторитарною) моделлю освіти, яка домінувала протягом тривалого історичного періоду в Україні, перший пріоритет у змісті освіти надавався знанням з предмету, що визначало «знаннєву» освітню парадигму як провідну.

З початку XXI ст. в Україні стверджується гуманістична парадигма освіти, на засадах якої в системі загальної середньої освіти вибудовується особистісно орієнтована, дитиноцентрована модель освіти, сконцентрована на особистості учня як суб'єкта освітнього процесу і найвищої соціальної цінності. А відтак, все що пов'язано з освітнім процесом набуває значення і смислу лише у зіставленні з особистістю учня, що і обумовлює пріоритетність гуманістичної освітньої парадигми як провідної. Новітні підходи до оновлення змісту та організації освітнього процесу, визначені концептуальними засадами реформи «Нова українська школа», грунтуються на нормативно-законодавчій базі, яка спрямовує стратегічний розвиток національної системи освіти, української державності.

Концепцією «Нова українська школа» передбачені зміни пріоритетів не лише на рівні освітніх парадигм. Суттєві зміни торкаються і змісту освіти, який поповнюється цілим рядом нововведень, зокрема, таким поняттям як «емоційний інтелект», якому надається значення наскрізної навички, що забезпечує успішну самореалізацію в соціумі і якою мають оволодіти учні на усіх рівнях загальної середньої освіти, починаючи з дошкільної. Емоційний інтелект – феномен, який активно почав досліджуватися американськими вченими ще з 1964 р. і за даними Всесвітнього економічного форуму в Давосі (2016 р.) як особистісна якість він визнаний міжнародними експертами однією із найбільш затребуваних і конкурентоспроможних в умовах сучасного ринку праці, що пояснюється особливою зацікавленістю цим феноменом представників бізнес сфери [1].

В контексті нашого дослідження викликає особливий інтерес досвід зарубіжних країн щодо формування емоційного інтелекту учнів в закладах освіти. Аналіз зарубіжного досвіду [2] показав, що в національних системах освіти багатьох країн світу на законодавчому рівні достатньо широко представлені і набувають все більшої популярності альтернативні освітні

концепції, навчальні програми соціально-емоційного виховання учнів (SEL, PATHS, MINDUP) з ключовим поняттям soft skills, розроблені на засадах теорії емоційного інтелекту за авторством американських учених Д. Гоулмана, Г.Гарднера, Дж. Майєра, Д. Селовея. У США функціонує ціла система наукових, науково-методичних, громадських інституцій, які займаються вивченням та впровадженням в освітній процес закладів освіти навчальних програм з соціально-емоційного виховання учнів [2]. Це в цілому засвідчує сталу тенденцію зарубіжної науки та практики у вивченні феномену емоційного інтелекту як особистісної якості, що має формуватися в учнів різних вікових груп. Наслідком такої державної політики в окремих країнах відбувається зміна вектору розвитку національних систем освіти з інформаційно-раціональної як домінуючої на соціально-емоційну. Програми соціально-емоційного виховання учнів з центральним поняттям «емоційний інтелект» спрямовані на формування в учнів навичок необхідних для соціального життя, успішної самореалізації в соціумі через уміння визначати і керувати власними емоціями, імпульсивною поведінкою, стресом, уміння адаптуватися до ситуації, розуміти емоційний стан іншого, комунікувати й конструктивно взаємодіяти з іншими, працювати в команді, приймати виважене, відповідальне рішення тощо. Саме така соціальна спрямованість навчальних програм SEL пояснює їх актуальність, затребуваність і перспективність в умовах нестабільності сучасного глобалізованого світу і пов’язаними з цим наслідками й викликами.

У реаліях сьогодення, в яких нині перебуває Україна, особливої гостроти набуває саме соціально-емоційне виховання учнів, яке пов’язано передусім з виживанням і самозахистом в екстремальних ситуаціях.

Варто підкреслити, що за останні роки в Україні з’явилася значна кількість дисертаційних досліджень, пов’язаних з проблемою формування емоційного інтелекту здобувачів різних рівнів освіти : дошкільної (С. Бадер, Н. Волік), початкової (Т. Котик, М. Шпак), загальної середньої (С.Могиляста, І.Опанасюк), фахової передвищої (О. Батишева), вищої (О. Верітова, В. Зарицька) та інші. Завдання соціально-емоційного виховання визначені і сучасними нормативними документами з дошкільної, загальної середньої, фахової передвищої та вищої професійної освіти.

Список літератури

1. 10 професійних навичок, які будуть затребувані в 2020 році https://don.dcz.gov.ua/publikaciya/10-profesiynyh-navychok-yaki-budut-zatrebuvani-v-2020-roci (дата звернення : 30.10.2026).

2. Ракітянська Л.М. Формування емоційного інтелекту майбутніх учителів музичного мистецтва : теорія та практика : монографія. Кривий Ріг : вид.ФОП Чернявський Д.О. 2020. 487 с.

РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ ТА МОВЛЕННЯ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ МЕДІАПРИЙОМІВ

Сидоренко Наталія Іванівна,
кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри дошкільної та початкової освіти
Херсонський державний університет

Заверуха Ліна Олександрівна
магістрантка,
Херсонський державний університет

Сучасний етап розвитку початкової освіти в контексті реформування Нової української школи вимагає від педагогів використання ефективних методів навчання. Головним завданням є формування самостійної, ініціативної особистості, яка володіє навичками критичного мислення та вміє працювати з інформацією [5]. У цьому контексті особливої актуальності набуває розвиток творчої активності молодших школярів.

Творча активність виявляється в прагненні дитини до пошукової діяльності, здатності генерувати власні ідеї та створювати оригінальні продукти у доступних для віку формах. Оскільки сучасні діти зростають у насиченому візуальному середовищі, традиційні репродуктивні методи часто не викликають у них належного зацікавлення. Для активізації пізнавального інтересу виникає потреба залучати прийоми медіаосвіти, зокрема буктрейлери та сторітелінг [2].

Впровадження медіаосвіти в початкову школу передбачає поступовий перехід учнів від пасивного споживання інформації до її аналізу та самостійного створення медіатекстів [1]. Серед різноманіття методичних засобів особливе місце посідають буктрейлери та сторітелінг, які органічно поєднують мовленнєву, художню й цифрову діяльності.

Буктрейлер виступає коротким відеороликом про книгу, який анонсує її зміст за допомогою візуальних образів, музичного супроводу, короткого тексту та емоційного заклику. Його використання на уроках мовно-літературної галузі стимулює зорове й слухове сприйняття, розвиває наочно-образне мислення та підсилює мотивацію до читання [3]. Коли діти самі долучаються до розробки буктрейлера (добір малюнків, озвучення чи складання титрів), вони вчаться виділяти головне та трансформувати словесний образ у візуальний.

Особливе місце в організації роботи з буктрейлерами посідає етап попереднього літературного аналізу тексту. Перш ніж приступити до добору візуального ряду чи аудіосупроводу, школярі під керівництвом учителя визначають ключову ідею твору, кульмінаційні моменти та головні риси персонажів. Така аналітико-синтетична діяльність учить дітей глибше розуміти

підтекст художнього твору, виокремлювати головні смислові акценти та відсікати другорядні деталі, що є важливим показником сформованості критичного мислення [3].

Сторітелінг є прийомом створення та розповідання історій за чіткою структурою (наявність героя, проблеми, динаміки подій та розв'язки). Цей інструмент ефективно розвиває зв'язне мовлення, емпатію, уяву та критичне мислення [4]. Вигадування власних історій за малюнками, незакінченими сюжетами чи за допомогою кубиків історій допомагає школярам долати мовленнєві бар'єри та шукати нестандартні шляхи вирішення ситуацій.

Практична реалізація сторітелінгу в початкових класах передбачає використання різноманітної інтерактивної атрибутики, яка активізує емоційну сферу дитини. Застосування карт Проппа, сюжетних кубиків або цифрових дощок дає змогу перетворити процес складання казки чи розповіді на захопливу гру. Учні вчаться будувати логічні причинно-наслідкові зв'язки між подіями, добирати виразні мовні засоби та підпорядковувати свій виклад єдиній авторській ідеї [4].

Для відстеження динаміки розвитку творчої активності молодших школярів у процесі створення медіапродуктів важливо враховувати її компонентну структуру. Мотиваційний компонент виявляється у стійкому інтересі до виконання нестандартних завдань, змістовий — у глибині засвоєння навчального матеріалу та багатстві уяви, а діяльнісний — у самостійності втілення задуму. Комплексна діагностика цих складників дає змогу педагогу своєчасно коригувати освітній процес та добирати завдання відповідного рівня складності [1].

Ураховуючи індивідуально-типологічні особливості учнів, залучення до медіатворчості має здійснюватися на основі диференційованого підходу. Для дітей із низьким рівнем сформованості творчої активності доцільно пропонувати чіткі алгоритми, опорні схеми або готові шаблони історій. Натомість учні з високим рівнем зацікавленості потребують максимальної самостійності у виборі теми, форматів подачі матеріалу та цифрових інструментів для реалізації власних задумів [2].

Для забезпечення високої ефективності зазначених прийомів у розвитку творчої активності молодших школярів необхідно дотримуватися кількох педагогічних умов:

1. *Поетапне включення учнів у медіатворчість:* від спостереження та аналізу готових продуктів разом із учителем до частково-пошукової діяльності й створення власних історій чи роликів у малих групах.

2. *Систематична інтеграція медіаприйомів у мовно-літературну галузь:* використання сторітелінгу та буктрейлерів має бути не поодиноким, а системно вплетеним у структуру уроків читання [3].

3. *Створення сприятливого психологічного клімату:* підтримка кожної дитячої ініціативи, стимулювання самостійності та надання можливості презентувати власний задум перед однокласниками.

Застосування буктрейлерів і сторітелінгу є дієвим засобом підвищення творчої активності учнів початкової школи. Зазначені прийоми розвивають внутрішню мотивацію, збагачують уяву й мовлення, а також формують практичні вміння працювати з інформацією. Дотримання визначених педагогічних умов забезпечує якісний розвиток творчого потенціалу кожного школяра.

Список літератури

1. Баришполець О., Бевор Е., Бігунеко О. та ін. Медіаосвітні технології в початковій школі : навч.-метод. посіб. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2021. 120 с.
2. Бобро А. А. Основи медіаосвіти у початковій школі : навч.-метод. посіб. Ніжин : НДУ ім. Миколи Гоголя, 2025. 112 с.
3. Гудима Н., Мелекесцева Н. Формування медіаграмотності молодших школярів на уроках мовно-літературної освітньої галузі як одне із актуальних завдань Нової української школи. *Наукові записки Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Серія: Психолого-педагогічні науки*. 2023. Вип. 2. С. 45–52.
4. Зорочкіна Т. С., Яцина С. М. Роль медіаосвіти у процесі розвитку монологічного мовлення учнів початкової школи. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2024. № 3 (21). С. 412–421.
5. Наскрізна медіаосвіта в умовах війни: збірник навчальних медіаосвітніх програм / за ред. Л. А. Найдьонової, Н. І. Череповської, О. Л. Вознесенської. Київ : Інститут соціальної та політичної психології НАПН України, 2023. 184 с.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ОСОБИСТІСНИХ УМОВ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ СТУДЕНТІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Ситнік Тетяна Іванівна
Докторка педагогічних наук, професорка, завідувачка
кафедри гуманітарних дисциплін
Черкаська медична академія

Чубенко Валентина Анатоліївна
викладачка
Черкаська медична академія

Мета вищої освіти полягає не лише в суто професійній підготовці, але й у забезпеченні ширших можливостей для повноцінної реалізації людини у професійній сфері. Однією з важливих складових цього процесу є формування особистості, яка здатна дотримуватись здорового способу життя. При цьому педагогічна робота повинна акцентуватися не тільки на ознайомленні з основами такого способу життя, а й на вихованні практичних навичок для його дотримання [2].

Суб'єкт здорового способу життя – це гармонійно розвинена особистість, яка прагне до ефективної професійної діяльності, демонструючи всебічний інтерес до культури та соціальної практики. Саме така людина найбільш підготовлена до усвідомлення важливості підтримання здорового способу життя. Таким чином, розвиток такої особистості стає ключовою складовою освітнього процесу, спрямованого на популяризацію життєвих принципів здоров'я. Особливо актуальним цей напрям педагогічної роботи є у закладах вищої медичної освіти, де майбутні фахівці повинні не тільки опікуватися здоров'ям інших, але й слугувати зразком для наслідування у веденні здорового способу життя. Дослідники виділяють два види особистісних якостей, на які має орієнтуватися вища освіта. З одного боку, сучасному суспільству потрібні люди, які «можуть самостійно приймати відповідальні рішення в ситуації вибору, прогнозуючи їх можливі наслідки, – люди, що вміють використовувати новітні інформаційні технології, але не потрапляють у залежність від таких технологій» [1, с. 9]. З іншого боку, вища освіта повинна формувати людей, які шанують свою національну культуру і традиції, водночас поважаючи загальнолюдські цінності та світову культуру, а також є морально розвиненими особистостями.

У цьому контексті вища медична освіта є яскравим прикладом гармонійного поєднання двох напрямів у підготовці молоді до професійної діяльності [2, 3]. Випускники закладів вищої медичної освіти повинні не лише прагматично підходити до своєї професії, але й усвідомлювати потреби суспільства,

перспективи застосування фахових знань у ринкових умовах, а також можливості для особистого та професійного розвитку. Важливо, щоб вони володіли необхідними практичними навичками, були здатні розв'язувати різнопланові задачі, ефективно спілкуватися з людьми, переконувати та розуміти інші точки зору. Однак окрім практичних умінь, ці фахівці мають глибоко усвідомлювати і керуватися принципами лікарської етики, демонструвати високі моральні якості й особистісні риси, що ґрунтуються на справжньому гуманізмі та почутті відповідальності. Вони повинні стати продовжувачами найкращих традицій національної медицини, у тому числі традицій високої загальної культури, відчуття громадського обов'язку.

У контексті вищої медичної освіти новітня трансформація зосереджується на переході від виключно функціональної підготовки лікаря до цілісного розвитку його особистості [2]. Це охоплює не лише професійні якості, компетенції у сфері різноманітної професійної діяльності, а й загальнолюдські риси [3].

Компетентнісний підхід до визначення цілей і змісту навчання став однією з ключових складових реформування вищої медичної освіти на сучасному етапі. Компетентність у сучасній педагогіці визначається як здатність особи виконувати практичні та теоретичні завдання, вирішувати соціальні й життєві проблеми, а також адекватно оцінювати ситуації через призму світоглядних, етичних і наукових ідей. Формування цих здібностей стає пріоритетною метою освітнього процесу, відходячи від простого накопичення знань та навичок. Освітній процес набуває прикладного характеру та узгоджується з реаліями й потребами обраної професії. Водночас це не виключає важливості фундаментальної наукової підготовки, яка продовжує бути невід'ємною частиною освіти, хоча й підпорядковується загальній меті створення конкретних компетенцій у студентів [2].

Варто зазначити, що в умовах компетентнісного підходу медична освіта має як певні переваги, так і виклики, які ускладнюють цей процес. Описаний підхід не є новим для вищої медичної освіти, адже її основна мета завжди полягала у підготовці фахівців, здатних до практичної лікарської діяльності. Людина, обізнана у медицині, перш за все є практиком – тим, хто може лікувати, допомагати та захищати здоров'я інших. Хоча знання та ерудиція медика мають велике значення, вони є лише підтримувальною складовою його професійної майстерності. Це обумовлює високі, а подекуди навіть надзвичайно складні вимоги до медичних компетентностей. Причому це стосується не лише вузькопрофесійних навичок, але й соціальних і особистих якостей випускників медичних вишів. Від них очікується здатність вирішувати світоглядні, етичні, комунікативні і психологічні питання, а також уміння ефективно працювати з людьми [2, 3].

У контексті вищої медичної освіти, якщо ранжувати компетентності відповідно до їх важливості, інструментальні та міжособистісні навички займають рівноцінно значущі позиції з точки зору професійної медичної діяльності. Інструментальні компетентності випускника медичного закладу відображаються у здатності оцінювати стан здоров'я пацієнта, діагностувати

різноманітні порушення, визначати стратегії й методи лікування. Сюди також входить уміння працювати з медичним обладнанням та приладами, а також використовувати комп'ютери й інші інформаційні технології для професійних цілей. До ключових міжособистісних компетентностей студентів-медиків належать засвоєні принципи лікарської етики, здатність обирати відповідну лінію поведінки у взаємодії з іншими людьми, а також готовність брати відповідальність за них. Особливо важливими для майбутнього лікаря є комунікативні навички: вміння спілкуватися з пацієнтом, створювати довірливу атмосферу, заохочувати до відкритої розмови, ставити правильні запитання, які дають змогу встановити діагноз та підібрати оптимальне лікування. Організація освітнього процесу в закладах вищої медичної освіти має бути спрямована на підготовку студентів до ефективної роботи з пацієнтами. Клінічний компонент навчання формує здатність вирішувати конкретні проблеми пацієнтів, базуючись на сучасних досягненнях медицини [2].

Теоретичні знання з біохімії, анатомії, фізіології та інших наук слід сприймати як гіпотези, що потребують підтвердження і перевірки в рамках клінічної практики. Випускники закладів вищої медичної освіти, які мають недостатній клінічний досвід, особливо схильні до помилок, спричинених суб'єктивними чинниками. Тільки різноманітне, систематичне і тривале використання методів доказової медицини у практичній роботі допомагає медичним працівникам ефективно поєднувати об'єктивні дані з власним клінічним досвідом. Для новачків у сфері охорони здоров'я це має принципове значення. Клінічна практика студентів є ключовим етапом, який дає можливість засвоїти необхідні навички, відточити послідовність дій відповідно до принципів доказової медицини. Вона передбачає кілька важливих кроків: формулювання чітких питань для отримання відповідей; пошук відповідних досліджень, що аналізують подібні ситуації; узагальнення та систематизацію отриманих даних; оцінку їхньої застосовності у конкретному випадку; визначення альтернативних варіантів рішень; а також вибір найбільш оптимальної стратегії дій [2]. Компетентнісний підхід у медичній освіті передбачає певну перебудову освітнього процесу.

Якщо формування компетенцій становить вузько спеціалізований аспект сучасної освіти, то важливим її доповненням має бути виховання культури студентів на основі гуманістичних принципів. Гуманізація та інтеграція гуманітарного підходу у вищу освіту є одними з ключових засад сучасної європейської освітньої моделі. У широкому розумінні це означає повернення освіти до її головного об'єкта – людської особистості. Людина сприймається як центральна мета освітнього процесу. З одного боку, сформовані в ході навчання компетенції повинні бути орієнтовані на поліпшення її життя та добробуту, а з іншого – освіта має бути студентоцентричною [3]. Такий підхід актуальний для всіх сфер освіти, але особливо значущий для галузей, які готують фахівців до роботи з людьми. Медична галузь тут займає одне з провідних місць. Виховання лікарів-гуманістів вже давно стало традицією закладів вищої медичної освіти. Якість медичної освіти часто визначається саме за цим критерієм – рівнем

підготовки випускників. Лікар із вищою освітою повинен бути не лише професійно кваліфікованим, а й культурною, всебічно розвиненою особистістю. Це стосується не лише професійної культури, але й загальногуманітарного світогляду. Зацікавленість життям інших людей, їхніми проблемами, а також обізнаність у сучасних тенденціях суспільного життя, мистецтва, національної культури, політики та економіки є обов'язковими рисами справжнього медичного працівника.

Таким чином, можна зазначити, що за своїми професійними цілями й завданнями освітній процес у медичних ЗВО органічно поєднує професійні й загальнокультурні орієнтири, а також компетентнісний підхід із принципом гуманізації [2, 3]. Завдяки цьому медична освіта сприяє формуванню фахівців, які у своїй професійній діяльності та особистому житті дотримуватимуться принципів і норм здорового способу життя.

Список літератури

1. Пінчук Є. А. Модернізація української системи освіти як теоретико-філософська і практична проблема: автореф. дис. д-ра філос. наук: 09.00.10. К., 2010. С. 33.

2. Андрущенко В. П. Педагогіка майбутнього - педагогіка компромісу // Вища освіта України. Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології. Київ; Кіровоград, 2014. № 3. Т. 1.

3. Філософія освіти: Навч. посіб / За заг. ред. В. Андрущенка, І. Передборської. К.: Вид во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2019. С. 329.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД У ВИКЛАДАННІ ГРАМАТИКИ ФРАНЦУЗЬКОЇ МОВИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ-АГРАРІЇВ

Столбецька Світлана Борисівна
Старший викладач кафедри романо-германської філології та перекладу
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Професійна підготовка майбутнього перекладача передбачає не лише оволодіння іншомовною системою та засвоєння граматичних правил, а й формування здатності використовувати мовні засоби відповідно до конкретної комунікативної та професійної ситуації. Особливої актуальності такий підхід набуває у підготовці майбутніх перекладачів аграрної галузі, для яких іншомовна комунікація безпосередньо пов'язана з опрацюванням фахових текстів, термінології та перекладацьких завдань. У такому контексті граматична компетентність має розглядатися не як ізольований компонент мовної підготовки, а як інструмент розуміння, аналізу та відтворення змісту фахового тексту.

Метою цих тез є обґрунтування доцільності функціонального підходу до викладання граматики французької мови майбутнім перекладачам-аграріям та представлення способів його реалізації у створених автором навчально-методичних матеріалах.

Функціональний підхід передбачає перенесення акценту з формального засвоєння граматичного правила на розуміння того, як певна граматична одиниця працює в конкретному мовному контексті. Для майбутнього перекладача це особливо важливо, оскільки граматична структура фахового тексту є не просто формою, а одним із засобів організації та передачі інформації. Тому граматичне явище доцільно опрацьовувати безпосередньо на матеріалі професійно орієнтованих текстів, пов'язуючи його зі змістом, фаховою лексикою та перекладацькою діяльністю.

Такий принцип реалізовано у навчально-методичних матеріалах автора, зокрема у навчальних посібниках «Французька мова (як друга іноземна): двосторонній переклад» (2021) та «Практикум з галузевого перекладу (французька мова). Аграрний напрямок» (2025). Останній містить франкомовні матеріали з різних напрямів аграрної галузі, французько-український та українсько-французький словники, систему перекладацьких завдань і граматичний компонент. У тематичних розділах граматичні вправи пов'язані з відповідними фаховими текстами, а їх узагальненню присвячено розділ «Bilan grammatical» [1; 2, с.175].

Показовим прикладом є опрацювання пасивного стану. У фахових текстах аграрного спрямування пасивні конструкції є функціонально значущими, оскільки дають змогу зосередити увагу на процесі, його результаті або об'єкті дії, а не на виконавцеві. Тому студентам пропонується не лише засвоїти

формальну модель утворення пасиву, а й трансформувати конкретні речення з фахового тексту. Наприклад, у вправі 9 до теми про вирощування буряка необхідно перетворити речення «On effectue 2 ou 3 binages tractés» та «L'arrachage s'effectue à l'aide d'outils spécifiques» на пасивні конструкції [2, с. 71]. У такому завданні граматична структура відразу пов'язується з професійною лексикою та змістом технологічного процесу.

Ще виразніше цей принцип проявляється у вправі 12 тієї самої тематичної одиниці, де студенти трансформують пасивні конструкції в активні: «Un déchaumage doit être réalisé», «L'arrachage s'effectue à l'aide d'une lame souleveuse» [2, с. 72]. Студент працює не з абстрактними реченнями, а з мовними конструкціями, пов'язаними з реальним аграрним процесом. Це дає змогу одночасно усвідомити граматичну трансформацію та її значення для перекладу.

Функціональний підхід реалізується також через роботу з часовими формами дієслова. У вправі 8 студенти мають поставити дієслова у відповідний час у реченнях, пов'язаних із технологією вирощування буряка, наприклад: «Après l'épandage du compost, on (déchaumer) en fin d'été» та «Le stockage (exiger) des conditions particulières» [2, с. 71]. У такому випадку вибір граматичної форми зумовлюється не лише формальним правилом, а й змістом описуваного процесу.

Для майбутнього перекладача важливо також бачити граматичну структуру фахового речення та розуміти зв'язки між його компонентами. Саме тому в практикумі використовуються завдання на синтаксичний аналіз. Наприклад, у вправі 15 до теми «La lentille» студентам пропонується визначити суб'єкт, дієслово та додаток у реченні «Ses feuilles, à stipules lancéolées, terminées par une longue vrille simple, présentent 5 à 7 paires de folioles» [2, с. 89]. Таке завдання допомагає не лише закріпити граматичні поняття, а й побачити внутрішню організацію складного описового речення, що має безпосереднє значення для його перекладу.

Важливе місце посідає робота з граматичними формами в безпосередньому зв'язку з перекладом. Після опрацювання граматичних конструкцій студент переходить до іншомовного відтворення фахової інформації. Наприклад, у розділі, присвяченому твердій пшениці, після граматичних вправ пропонується перекласти українською спеціалізоване речення «Le blé dur nécessite des conditions pédoclimatiques spécifiques pour exprimer pleinement son potentiel génétique en termes de rendement et de qualité technologique» [2, с. 99]. Таким чином, граматична робота стає не кінцевою метою, а одним з етапів підготовки до перекладацької діяльності.

Подібна послідовність простежується і в матеріалах з рибництва та аквакультури. У вправі 14 «Version technique» студент має перекласти українською фаховий абзац про оптимізацію зоотехнічних параметрів у розведенні форелі, контроль якості води, щільність посадки та умови вирощування мальків. Після цього пропонується проаналізувати вживання часових форм у реченнях технічного дискурсу, зокрема їхню функцію для вираження загальної істини, пасивної конструкції та статистичної інформації [2,

с. 168]. Така організація матеріалу демонструє послідовний перехід від граматичного аналізу до його осмислення у фаховому дискурсі.

Ще одним важливим аспектом функціонального підходу є поєднання граматики з професійним усним і писемним мовленням. Наприклад, після опрацювання матеріалу про вирощування буряка студентам пропонується усно або письмово описати основні етапи цього процесу, використовуючи спеціалізовану лексику та відповідні граматичні структури [2, с. 65]. У такий спосіб граматика переходить із рецептивного рівня на продуктивний: студент не просто розпізнає певну конструкцію, а використовує її для створення власного професійно орієнтованого висловлювання.

У результаті формується цілісний навчальний цикл: фаховий текст → термінологія → граматичне явище → мовна трансформація → переклад → професійне висловлювання. На нашу думку, саме така послідовність дає змогу уникнути ізольованого вивчення граматики та зробити її безпосередньо пов’язаною з майбутньою професійною діяльністю перекладача.

Цей методичний принцип продовжено у «Практикумі з тристороннього перекладу фахової термінології тваринництва (українська, французька, англійська мови)» (2026), укладеному у співавторстві з Н. С. Береговенко. Видання розширює мовну перспективу від двостороннього до тристороннього перекладу та передбачає роботу з фаховою термінологією і професійним мовленням [3]. У такій моделі граматична компетентність також розглядається як складова комплексної перекладацької підготовки: студент має не просто правильно утворити граматичну форму, а використати її для адекватного розуміння та відтворення професійного змісту.

Отже, функціональний підхід до викладання граматики французької мови майбутнім перекладачам-аграріям дає змогу поєднати граматичну, лексичну, текстову та перекладацьку підготовку. Робота з фаховим матеріалом створює умови, за яких граматична структура набуває конкретного комунікативного та професійного значення. Завдання на граматичні трансформації, аналіз структури речення, переклад і професійне мовлення допомагають майбутньому перекладачеві застосовувати граматичні знання не формально, а відповідно до змісту та функції фахового тексту.

Перспективу подальшої роботи вбачаємо в систематизації граматичних явищ, найбільш характерних для французьких аграрних текстів, та розробленні комплексу функціонально орієнтованих вправ для різних рівнів мовної і перекладацької підготовки.

Список літератури

1. Столбецька С. Б. Французька мова (як друга іноземна): двосторонній переклад : практикум. Біла Церква : БНАУ, 2021. 73 с.
URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6128
2. Столбецька С. Б. Практикум з галузевого перекладу (французька мова). Аграрний напрямок. Біла Церква : БНАУ, 2025. 240 с. ISBN 978-966-2122-79-4.

URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/14807

3. Столбецька С. Б., Береговенко Н. С. Практикум з тристороннього перекладу фахової термінології тваринництва (українська, французька, англійська мови). Біла Церква : БНАУ, 2026. 112 с. ISBN 978-617-8813-04-8

URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/16980

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАСООБМІНУ ПІД ЧАС СУШІННЯ ГРАНУЛ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД У ВИХРОВІЙ КАМЕРІ ЗІ ЗУСТРІЧНИМ ЗАКРУЧУВАННЯМ ПОТОКІВ

Рожко Станіслав Євгенович
аспірант кафедри архітектури та інженерних вишукувань
Сумський національний аграрний університет

Поводження з осадами стічних вод належить до найгостріших проблем міського водовідведення. Переглянута Директива ЄС щодо очищення міських стічних вод 2024/3019 посилює вимоги до енергетичної нейтральності очисних споруд і рециклінгу ресурсів, що містяться в осадах [1], а традиційні напрями утилізації – сільськогосподарське використання, спалювання, піроліз і газифікація – передбачають попереднє зниження вологості осаду [2; 3]. Після механічного зневоднення твердий осад містить 75–85 % вологи, тому термічне сушіння стає ключовою і водночас найбільш енергоємною стадією технологічного ланцюга [4].

Складність сушіння осаду пов’язана з різноманіттям форм зв’язку вологи з твердою фазою – вільна, міжфлокулярна, капілярна, поверхнево зв’язана та внутрішньоклітинна вода [5]. Кінетика конвективного сушіння істотно залежить від температури, швидкості та вологовмісту теплоносія [6], а процес супроводжується значною об’ємною усадкою та розтріскуванням матеріалу, які змінюють площу поверхні масообміну [7]. Наявні промислові рішення – барабанні, стрічкові, дискові, сонячні сушарки – мають або великі габарити й тривалість процесу, або обмежену інтенсивність тепломасообміну [8–10].

Перспективним способом інтенсифікації є використання закручених газових потоків, у яких відцентрові сили забезпечують тривале утримання частинок у робочій зоні та високі відносні швидкості фаз [11; 12]. Вихрові камери та газо-твердофазні вихрові реактори («обертовий псевдозріджений шар у статичній геометрії») уже показали свою ефективність для процесів піролізу та сушіння дисперсних матеріалів [13–15]. Водночас схема зі зустрічними потоками, що обертаються (периферійний і центральний потоки з протилежним напрямком закручування), досліджена значно менше. У зоні взаємодії таких потоків формується шар зсуву з інтенсивною турбулентністю, де ковзання частинки відносно газу зростає в кілька разів, проте кількісних моделей масообміну для вологих деформівних матеріалів, зокрема осаду стічних вод, у цих умовах бракує.

Мета роботи – побудова розрахункової моделі тепло- та масообміну гранул осаду стічних вод у вихровій камері із зустрічно закрученими потоками та попередня оцінка впливу гідродинамічного режиму на тривалість сушіння.

Фізична постановка задачі. Розглядається циліндрична вихрова камера, у яку через тангенціальні патрубки на периферії подається гарячий теплоносій (повітря або суміш повітря з димовими газами), а через осьовий завихрювач – зустрічний потік із протилежним напрямком закручування. Гранули осаду, сформовані екструзією зневодненого кеку, вводяться в зону взаємодії потоків, де рівновага відцентрової сили, сили аеродинамічного опору та сили тяжіння визначає їхню траєкторію і час перебування. Висушені гранули зменшеної маси виносяться до центрального вихідного патрубка, а вологі утримуються на периферії, що забезпечує самокласифікацію матеріалу за вологістю.

Математична модель. Модель має ієрархічну структуру й охоплює три масштабні рівні: газову динаміку апарата, рух окремої частинки та тепломасоперенесення всередині гранули. Поле швидкостей газу описується осередненими за Рейнольдсом рівняннями Нав'є–Стокса із замиканням за моделлю realizable k–ε або k–ω SST, придатними для течій із сильним закручуванням [16–18]. Рух частинки в лагранжевій постановці [19; 20] описується рівнянням

$$m_p \, \mathrm{d}\mathbf{u}_p/\mathrm{d}t = 0{,}5 \, C_D \, \rho_g \, A_m \, |\mathbf{u}_g - \mathbf{u}_p| \, (\mathbf{u}_g - \mathbf{u}_p) + m_p \, (1 - \rho_g/\rho_p) \, \mathbf{g}, \qquad (1)$$

де C_D – коефіцієнт опору несферичної частинки за кореляцією Хайдера–Левеншпіля [21]; A_m – площа міделевого перерізу. Відцентрова та коріолісова складові враховуються записом рівняння (1) у циліндричній системі координат.

Перенесення вологи всередині гранули, що усаджується, описується другим законом Фіка для сфери [22; 23]:

$$\partial X/\partial t = r^{-2} \, \partial/\partial r \, (D_{\text{eff}} \, r^2 \, \partial X/\partial r), \quad 0 < r < R(t), \qquad (2)$$

$$D_{\text{eff}} = D_0 \exp[-E_a/(R_g \, T_p)], \qquad (3)$$

з умовою симетрії $\partial X/\partial r = 0$ при $r = 0$ і граничною умовою третього роду на поверхні:

$$-\rho_{ds} \, D_{\text{eff}} \, \partial X/\partial r \, |_{r=R} = k_m \, (\rho_{v,s} - \rho_{v,\infty}). \qquad (4)$$

Густина пари біля поверхні визначається за підходом інженерії реакцій (Reaction Engineering Approach, REA) [24; 25], що дає змогу єдиним рівнянням описати періоди постійної та спадної швидкості сушіння:

$$\rho_{v,s} = \exp[-\Delta E_v/(R_g \, T_p)] \, \rho_{v,sat}(T_p), \quad \Delta E_v/\Delta E_{v,\infty} = a \exp[-b \, (X_s - X_e)^c]. \qquad (5)$$

Коефіцієнти тепло- та масовіддачі розраховуються за модифікованими кореляціями Ранца–Маршалла [26] із множником K_t, що враховує підвищену турбулентність шару зсуву між зустрічними потоками:

$$Sh = 2 + 0{,}6 \, K_t \, Re^{1/2} \, Sc^{1/3}, \quad Nu = 2 + 0{,}6 \, K_t \, Re^{1/2} \, Pr^{1/3}, \quad K_t = 1 + \beta_t \, Tu, \qquad (6)$$

де $Re = |\mathbf{u}_g - \mathbf{u}_p| \, d/\nu_g$ – число Рейнольдса за швидкістю ковзання; Tu – інтенсивність турбулентності; β_t – емпіричний коефіцієнт (у розрахунках прийнято $\beta_t = 2$, підлягає експериментальній ідентифікації). Температура гранули визначається з рівняння теплового балансу

$$m_s \, (c_s + \bar{X} \, c_w) \, \mathrm{d}T_p/\mathrm{d}t = h \, A \, (T_g - T_p) - \Delta H_v \, k_m \, A \, (\rho_{v,s} - \rho_{v,\infty}), \qquad (7)$$

а усадка – лінійною залежністю об'єму від середнього вологовмісту

$$V/V_0 = 1 - \beta_V \, (X_0 - \bar{X})/X_0. \qquad (8)$$

Порівняння з емпіричними моделями тонкого шару [27] і моделями кінетики окремої частинки [28] показує, що система (1)–(8) зберігає фізичний зміст

параметрів і може бути ідентифікована за стандартизованими методами обробки кінетичних даних сушіння [29]. Рівняння (2)–(4) дискретизуються методом контрольних об'ємів [30] (25 сферичних шарів, явна схема, крок 4 мс), що гарантує точне виконання балансу маси вологи.

Результати попередніх розрахунків. Розрахунки виконано для гранули з початковим діаметром d_0 = 2 мм, початковим вологовмістом X_0 = 4,0 кг/кг с.р. (80 % на вологу масу), густиною 1050 кг/м^3 та коефіцієнтом усадки β_V = 0,62. Прийнято $D_0 = 2{,}3 \cdot 10^{-6}$ м^2/с і E_a = 24 кДж/моль, що дає $D_{\text{eff}} \approx (1{,}0–4{,}5) \cdot 10^{-9}$ м^2/с у діапазоні температур гранули 100–190 °С; параметри REA: a = 0,998, b = 1,35, c = 0,92, X_e = 0,02 кг/кг. Вологовміст теплоносія – 0,03 кг/кг сухого газу. Кінцевим вважається вологовміст 0,111 кг/кг (10 % на вологу масу), що відповідає вимогам до палива для спалювання та газифікації [2; 4]. Режим одинарного закрученого потоку характеризувався швидкістю ковзання 1,5 м/с і Tu = 0,05, режими зустрічних потоків – 4,5 і 7,0 м/с при Tu = 0,15 і 0,22 відповідно. Результати наведено в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1

Розрахункові характеристики сушіння гранул осаду (d_0 = 2 мм, X_0 = 4,0 → 0,111 кг/кг)

Режим	U, м/с	Tu	Re	Sh	Час сушіння τ, с, при T_g, °С		
					160	200	240
Одинарний закручений потік	1,5	0,05	111	7,8	162	114	86
Зустрічні потоки	4,5	0,15	308	13,5	–	84	–
Зустрічні потоки	7,0	0,22	459	17,6	110	73	53
Скорочення часу, % (7,0 м/с)	–	–	–	–	32	36	38

Примітка: Re і Sh наведено для початкової стадії процесу при T_g = 200 °С.
Джерело: розрахунки автора

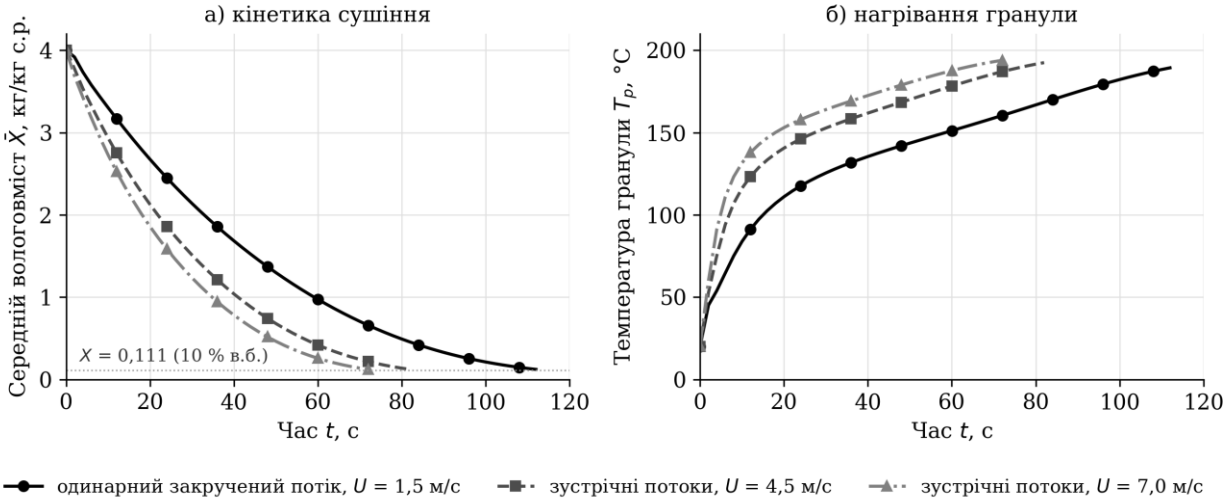


Рисунок 1. Розрахункові криві сушіння (а) та нагрівання (б) гранули осаду при T_g = 200 °С

Джерело рисунка: розроблено автором

Перехід від одинарного до зустрічного закручування з U = 7,0 м/с підвищує число Шервуда в 2,3 раза, проте тривалість сушіння при T_g = 200 °C скорочується лише на 36 % (з 114 до 73 с). На початковій стадії (зниження вологовмісту до 2 кг/кг) виграш становить 41 % (34 і 20 с), на завершальній – 34 %. Це свідчить, що зі зниженням вологовмісту лімітувальним стає внутрішній дифузійний опір гранули, і подальше зростання швидкості ковзання дає спадний ефект: збільшення U з 4,5 до 7,0 м/с скорочує час лише на 11 с. Підвищення температури теплоносія з 160 до 240 °C зменшує тривалість сушіння в зустрічних потоках у 2,1 раза, однак наприкінці процесу температура гранули наближається до температури газу (рис. 1, б), що для осаду з високим вмістом органічних речовин створює ризик термічного розкладання та самозаймання. Отже, раціональним є ступеневий температурний режим: висока температура в зоні введення вологого матеріалу й знижена – у зоні досушування.

Висновки. 1. Запропоновано ієрархічну модель вологовидалення з гранул осаду стічних вод у вихровій камері із зустрічним закручуванням, яка поєднує лагранжевий опис руху частинок, дифузійне перенесення вологи в гранулі, що усаджується, і REA-опис рівноваги на поверхні. 2. Попередні розрахунки показали, що зустрічне закручування скорочує тривалість сушіння гранул діаметром 2 мм на 26–38 % порівняно з одинарним закрученим потоком. 3. Ефективність інтенсифікації зовнішнього масообміну обмежена внутрішньодифузійним опором на завершальній стадії, тому оптимізація апарата має поєднувати гідродинамічні параметри з дисперсністю гранул і ступеневим температурним режимом. 4. Подальші дослідження передбачають тривимірне CFD-моделювання поля швидкостей у вихровій камері, експериментальну ідентифікацію коефіцієнтів β_t, D_0, E_a і параметрів REA та верифікацію моделі на лабораторному стенді.

Список літератури

1. Directive (EU) 2024/3019 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2024 concerning urban wastewater treatment (recast). Official Journal of the European Union. 2024. L series, 2024/3019. 12.12.2024.

2. Fytili D., Zabaniotou A. Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2008. Vol. 12, No. 1. P. 116–140.

3. Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Official Journal of the European Communities. 1986. L 181. P. 6–12.

4. Bennamoun L., Arlabosse P., Léonard A. Review on fundamental aspect of application of drying process to wastewater sludge. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol. 28. P. 29–43.

5. Vaxelaire J., Cézac P. Moisture distribution in activated sludges: a review. Water Research. 2004. Vol. 38, No. 9. P. 2215–2230.

6. Léonard A., Blacher S., Marchot P., Pirard J.-P., Crine M. Convective drying of wastewater sludges: influence of air temperature, superficial velocity, and humidity on the kinetics. Drying Technology. 2005. Vol. 23, No. 8. P. 1667–1679.

7. Tao T., Peng X. F., Lee D. J. Thermal drying of wastewater sludge: change in drying area owing to volume shrinkage and crack development. Drying Technology. 2005. Vol. 23, No. 3. P. 669–682.

8. Bennamoun L. Solar drying of wastewater sludge: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. Vol. 16, No. 1. P. 1061–1073.

9. Kudra T., Mujumdar A. S. Advanced Drying Technologies. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.

10. Handbook of Industrial Drying / ed. by A. S. Mujumdar. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.

11. Gupta A. K., Lilley D. G., Syred N. Swirl Flows. Tunbridge Wells: Abacus Press, 1984.

12. Syred N., Beér J. M. Combustion in swirling flows: a review. Combustion and Flame. 1974. Vol. 23, No. 2. P. 143–201.

13. De Wilde J., de Broqueville A. Rotating fluidized beds in a static geometry: experimental proof of concept. AIChE Journal. 2007. Vol. 53, No. 4. P. 793–810.

14. Ashcraft R. W., Heynderickx G. J., Marin G. B. Modeling fast biomass pyrolysis in a gas–solid vortex reactor. Chemical Engineering Journal. 2012. Vol. 207–208. P. 195–208.

15. Kovacevic J. Z., Pantzali M. N., Heynderickx G. J., Marin G. B. Bed stability and maximum solids capacity in a gas–solid vortex reactor: experimental study. Chemical Engineering Science. 2014. Vol. 106. P. 293–303.

16. Launder B. E., Spalding D. B. The numerical computation of turbulent flows. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 1974. Vol. 3, No. 2. P. 269–289.

17. Shih T.-H., Liou W. W., Shabbir A., Yang Z., Zhu J. A new k–ε eddy viscosity model for high Reynolds number turbulent flows. Computers & Fluids. 1995. Vol. 24, No. 3. P. 227–238.

18. Menter F. R. Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications. AIAA Journal. 1994. Vol. 32, No. 8. P. 1598–1605.

19. Crowe C. T., Schwarzkopf J. D., Sommerfeld M., Tsuji Y. Multiphase Flows with Droplets and Particles. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

20. Gidaspow D. Multiphase Flow and Fluidization: Continuum and Kinetic Theory Descriptions. San Diego: Academic Press, 1994.

21. Haider A., Levenspiel O. Drag coefficient and terminal velocity of spherical and nonspherical particles. Powder Technology. 1989. Vol. 58, No. 1. P. 63–70.

22. Crank J. The Mathematics of Diffusion. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.

23. Whitaker S. Simultaneous heat, mass, and momentum transfer in porous media: a theory of drying. Advances in Heat Transfer. 1977. Vol. 13. P. 119–203.

24. Chen X. D., Xie G. Z. Fingerprints of the drying behaviour of particulate or thin layer food materials established using a reaction engineering model. Food and Bioproducts Processing. 1997. Vol. 75, No. 4. P. 213–222.

25. Chen X. D. The basics of a reaction engineering approach to modeling air-drying of small droplets or thin-layer materials. Drying Technology. 2008. Vol. 26, No. 6. P. 627–639.

26. Ranz W. E., Marshall W. R. Evaporation from drops. Part I. Chemical Engineering Progress. 1952. Vol. 48, No. 3. P. 141–146.

27. Midilli A., Kucuk H., Yapar Z. A new model for single-layer drying. Drying Technology. 2002. Vol. 20, No. 7. P. 1503–1513.

28. Fyhr C., Kemp I. C. Comparison of different drying kinetics models for single particles. Drying Technology. 1998. Vol. 16, No. 7. P. 1339–1369.

29. Kemp I. C., Fyhr B. C., Laurent S., Roques M. A., Groenewold C. E., Tsotsas E., Sereno A. A., Bonazzi C. B., Bimbenet J.-J., Kind M. Methods for processing experimental drying kinetic data. Drying Technology. 2001. Vol. 19, No. 1. P. 15–34.

30. Patankar S. V. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Washington: Hemisphere Publishing, 1980.

СТАБІЛЬНІСТЬ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ СУХИХ КОМПОЗИТНИХ ПРОТЕЇНОВО-ВІТАМІННИХ СУМІШЕЙ

Бондар Богдан Сергійович
аспірант кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національного університету харчових технологій, Україна

Нємиріч Олександра Володимирівна
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
технології ресторанної і аюрведичної продукції
Національного університету харчових технологій, Україна

Анотація. Розглянуто чинники, що визначають стабільність сухих композитних протеїново-вітамінних сумішей (ПВС) під час зберігання, та підходи до обґрунтування їх терміну придатності. На основі аналізу сучасних публікацій систематизовано основні шляхи погіршення якості порошків — адсорбцію вологи, грудкування, реакцію Майяра, втрати вітамінів, окиснення ліпідів — і запропоновано програму досліджень зі зберігання, що поєднує прискорені та тривалі випробування й кінетичне прогнозування. Власні експериментальні дані щодо зберігання ПВС у роботі не наводяться; вона передбачає наступний етап дисертаційного дослідження.

Ключові слова: сухі композитні суміші, білково-вітамінні суміші, термін придатності, активність води, рівноважна вологість, реакція Майяра, грудкування.

Вступ. Сухі білкові продукти й суміші, збагачені вітамінами, дедалі активніше використовують у спеціалізованому харчуванні, зокрема для спортсменів [1]. Для виробника та закладів ресторанного господарства зручність таких продуктів визначається насамперед тим, наскільки довго вони зберігають заявлені властивості без холодильного обладнання. Тому після розроблення та оптимізації рецептури ПВС наступним обов’язковим кроком є оцінювання їх стабільності при зберіганні, без чого апробація в закладах ресторанного господарства не може вважатися обґрунтованою.

Актуальність теми. Порошкові композиції є гігроскопічними: вони легко поглинають водяну пару з повітря, що змінює їх сипкість, розчинність і хімічну стабільність. Для композиційних рослинних порошків режим зберігання пов’язують з рівноважною вологістю та рекомендують підтримувати відносну вологість повітря 60–70 % за температури 20–25 °C у герметичній тарі [2]. Для ПВС ситуація складніша: до вологочутливої білкової основи додано вітаміни та інші мікрокомпоненти, а це відкриває додаткові шляхи втрат якості. Наявні в літературі дані стосуються переважно сухих молочних продуктів і рослинних

порошків, тоді як для композитних ПВС вони обмежені, і це зумовлює потребу в окремому дослідженні.

Мета роботи — систематизувати чинники, що впливають на збереженість сухих композитних ПВС, та сформувати програму досліджень, достатню для обґрунтування їх терміну придатності.

Матеріали та методи. Роботу виконано як аналітичний огляд публікацій за 2021–2026 рр. з відкритих джерел та планування експерименту. Були залучені праці українських та зарубіжних авторів щодо зберігання сухих білкових молочних продуктів [1], адсорбційних властивостей порошків [2–4], впливу порошкових добавок на якість продукту при зберіганні [5], реакції Майяра [6, 7] та фізичної нестабільності білкових порошків [8]. Результати наведено у вигляді таблиці та схеми дослідження. Планується використовувати такі методи: гравіметричне визначення вологості; визначення активності води та рівноважної вологості за відносної вологості повітря в діапазоні, що охоплює реальні умови зберігання; оцінювання сипкості, грудкування та індексу розчинності; визначення вітамінів А, С і В1 (ВЕРХ); оцінювання глибини реакції Майяра за вмістом доступного лізину; мікробіологічні та органолептичні показники.

Результати та обговорення. Аналіз літератури дозволив виділити чотири групи чинників, які визначатимуть термін придатності ПВС (табл. 1).

Таблиця 1.

Чинники нестабільності сухих композитних ПВС при зберіганні

Чинник	Можливий прояв	Показник контролю	Джерела
Вологість і aw	Поглинання вологи, грудкування, втрата сипкості та розчинності	Вологість, aw, рівноважна вологість, індекс розчинності, сипкість	[1–4, 8]
Реакція Майяра	Зниження біологічної цінності білка, потемніння, небажані продукти реакції	Доступний лізин, колір, органолептика	[6, 7]
Окиснення ліпідів	Прогірклий запах і смак за наявності ліпідів, що супутньо входять до білкової або рослинної основи суміші	Перекисне та кислотне числа	[5]
Втрати вітамінів	Зниження вмісту А, С, В1 відносно заявленого	Вміст вітамінів (ВЕРХ) у часі	Гіпотеза

Джерело: складено автором за [1–8].

Параметри зберігання істотно залежать від складу продукту та пакування. Так, для сухих білкових молочних продуктів зі смаковими наповнювачами у герметичній тарі протягом 12 місяців масова частка вологи залишалася в межах (3,8±0,2) %, незначне грудкування з'являлося після 8 місяців, а граничний термін зберігання обґрунтовано як 12 місяців за температури 0–20 °C і відносної вологості повітря не більше 75 % [1]. Для композиційних рослинних порошків рекомендовано інший режим — 60–70 % за 20–25 °C у герметичній тарі [2]. Відмінність цих режимів показує, що перенести готові умови на ПВС без перевірки не можна: потрібні власні ізотерми сорбції та випробування.

Фізична нестабільність білкових порошків має кілька взаємопов'язаних проявів — грудкування, агломерацію та погіршення відновлення під час розчинення [8]. У ПВС ці процеси залежатимуть не лише від білка, а й від гігроскопічності решти компонентів суміші, тому адсорбційні властивості кожної композиції слід визначати експериментально, як це зроблено для сухих функціональних продуктів швидкого приготування [3, 4].

Реакція Майяра є важливим шляхом втрат якості в білкових системах: взаємодія лактози з лізином знижує поживну цінність продукту [6], а сама реакція залежить від низки параметрів і може як покращувати, так і погіршувати властивості харчових продуктів [7]. Для ПВС із відновлювальними вуглеводами доступний лізин доцільно розглядати як окремий показник збереженості. Окиснення ліпідів важливе лише в тій мірі, в якій у суміші наявні ліпіди, зокрема супутні в молочній чи рослинній білковій основі та рослинних компонентах; для знежиреної основи цей показник другорядний. Відомо, що рослинні порошки, багаті на антиоксиданти, можуть пригнічувати окиснення жирової фази, однак це показано на масляній суміші з терміном зберігання лише 8 діб за 0–8 °C [5], тому на ПВС результат переносити не можна. Нестабільність вітамінів A, C і B1 за дії світла, кисню та вологи в сухих продуктах є загальновідомою, проте прямих даних для композитних ПВС у відібраних джерелах ми не знайшли, тож для конкретної суміші це залишається гіпотезою, що потребує експериментального підтвердження.

З огляду на викладене запропоновано схему досліджень (рис. 1). Зразки ПВС характеризують за вихідними показниками, після чого зберігають у різному пакуванні за трьох температур (20, 30 і 40 °C) і різних рівнів вологості повітря. Контрольні точки (0, 1, 3, 6, 9 і 12 місяців) охоплюють заявлений термін зберігання. Дані прискорених випробувань за підвищеної температури використовують для розрахунку швидкості втрат вітамінів і доступного лізину за рівнянням Арреніуса та температурного коефіцієнта Q_{10} (три температурні точки дозволяють побудувати залежність у координатах Арреніуса), а підтвердження прогнозу отримують у тривалому досліді за температури зберігання. Термін придатності встановлюють за показником, що першим виходить за допустимі межі.

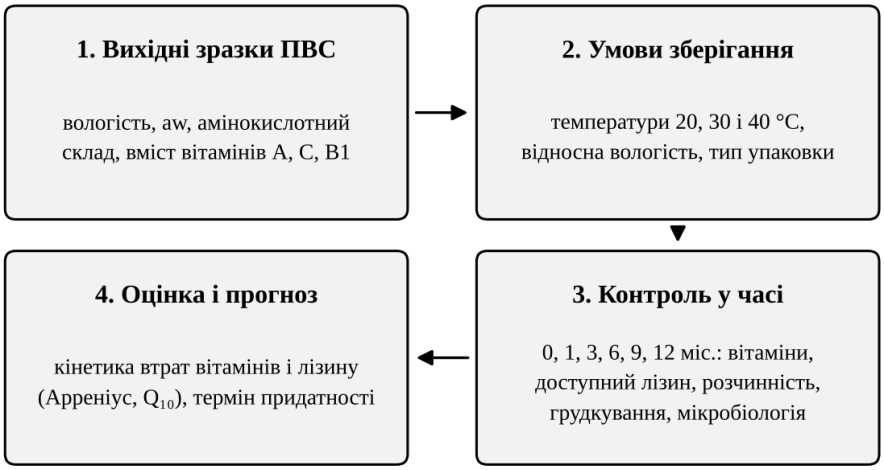


Рисунок 1. Схема програми досліджень стабільності ПВС при зберіганні
Джерело рисунка: розроблено автором.

Висновок. Стабільність сухих композитних ПВС при зберіганні визначається комплексом чинників: вологістю й активністю води, реакцією Майяра, окисненням ліпідів і втратами вітамінів. Опубліковані режими зберігання для близьких за природою продуктів різняться [1, 2], тому термін придатності ПВС необхідно встановлювати експериментально. Запропонована програма поєднує прискорені та тривалі випробування з кінетичним прогнозуванням і буде реалізована на наступному етапі дисертаційного дослідження, що передує апробації продукту в закладах ресторанного господарства.

Список літератури

1. Свайкін О. О. Обґрунтування параметрів зберігання сухих білкових молочних продуктів для харчування спортсменів. Scientific Works. 2025. Т. 89, вип. 2. DOI: https://doi.org/10.15673/swonaft.v89i2.3416

2. Petrova Zh., Samoilenko K. Adsorption properties of combined vegetable powders. Energy Engineering and Control Systems. 2021. Vol. 7, No. 1. P. 38–47. DOI: https://doi.org/10.23939/jeecs2021.01.038

3. Petrova Zh., Samoilenko K., Novikova Yu., Petrov P. Equilibrium humidity as one of important energy-efficiency indexes in drying of food powder materials of biological nature. Energy Engineering and Control Systems. 2022. Vol. 8, No. 2. P. 90–97. DOI: https://doi.org/10.23939/jeecs2022.02.090

4. Петрова Ж. О., Самойленко К. М., Новікова Ю. П., Граков Д. П. Адсорбційні властивості сухих функціональних продуктів швидкого приготування. Проблеми екологічної біотехнології. 2022. № 1. DOI: https://doi.org/10.18372/2306-6407.1.17168

5. Vasheka O., Niemirich O., Frolova N., Ustymenko I., Havrysh A., Skyrda O., Matyiashchuk O., Fedak N., Hubenia V., Lulka A. Investigation of the effect dried food products on the properties of the butter mixture during storage. Journal of

Hygienic Engineering and Design. 2021. Vol. 35. P. 122–128. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/37009

6. Xiang J., Liu F., Wang B., Chen L., Liu W., Tan S. A literature review on Maillard reaction based on milk proteins and carbohydrates in food and pharmaceutical products: advantages, disadvantages, and avoidance strategies. Foods. 2021. Vol. 10, No. 9. Art. 1998. DOI: https://doi.org/10.3390/foods10091998

7. El Hosry L., Elias V., Chamoun V., Halawi M., Cayot P., Nehme A., Bou-Maroun E. Maillard reaction: mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: a review. Foods. 2025. Vol. 14, No. 11. Art. 1881. DOI: https://doi.org/10.3390/foods14111881

8. Szołtysik M., Dibagar N., Słupska M., Serowik M., Gryszkin A., Figiel A. Physical instability and functional deterioration of high-protein dairy powders: mechanisms of caking, agglomeration, and rehydration loss. Molecules. 2026. Vol. 31, No. 13. Art. 2230. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules31132230

FROM DATA TO DEFENSIBLE CHOICES: A TRACEABLE IT ARCHITECTURE FOR DECISION SUPPORT UNDER UNCERTAINTY

Smolinskyy Valentyn
PhD in Economics, Associate Professor,
Department of Information Technologies,
Stepan Gzhytskyi National University of
Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv, Ukraine

Smolinska Sofia
PhD in Economics, Associate Professor,
Department of Financial Management,
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Introduction

Organizational decisions often draw on records held in separate systems. A procurement choice, for example, may combine accounting exports, supplier quotations, an asset register, and IT specifications. Combining these records does not make a recommendation defensible unless reviewers can trace key values to their sources, reconstruct transformations, and distinguish evidence from assumptions. Data quality therefore involves accuracy as well as completeness, timeliness, accessibility, and fitness for the decision [1, 2].

Options often have to be compared against conflicting criteria. A platform may cost less to purchase but require costly integration; a supplier may meet current requirements yet provide limited continuity of support. MCDA structures such trade-offs, but method choice and preference modeling affect how evidence is combined and alternatives ranked [3]. A single score can therefore imply more certainty than its assumptions warrant.

Evidence for a decision is often spread across tools: validation results in data-preparation files, provenance in system logs, scenario calculations in workbooks, and approval rationale in meeting records. This fragmentation obscures both the result and the assumptions accepted by the decision owner. Recent data-governance research emphasizes assigning responsibility for organizational data [4]. This paper proposes a modular IT architecture linking data-quality checks, provenance, uncertainty, MCDA, robustness analysis, and human review. Its contribution is a workflow design; no deployed prototype or empirical performance is claimed.

Design principles

Four requirements guide the architecture: trace each result to source records and transformations; represent uncertainty no more precisely than the evidence allows; expose the model sufficiently for independent reproduction; and test whether the preferred option changes under plausible input or preference variations. These

requirements combine data-quality assessment and provenance [1, 2, 5] with sensitivity analysis in MCDA [6].

An organization should be able to use the workflow without first buying a large enterprise platform. It could start with controlled spreadsheets and a documented decision method, adding databases, APIs, or predictive models only when a specific need justifies them. Artificial intelligence is not a prerequisite. The system should expose value choices and keep responsibility with the decision owner rather than conceal them in a software-generated score [3].

Proposed IT architecture

Six functional components form the workflow. They can be separate modules or layers of one application. Each should pass its output forward with the evidence needed to interpret it; Table 1 summarizes the components and retained information.

Table 1.
Core components of the proposed decision-support architecture

Component	Function and evidence retained
Data acquisition and integration	Import files, databases, or APIs; retain source identifiers, extraction dates, and input-snapshot versions.
Quality and provenance	Check completeness, consistency, units, and freshness; record transformations and source lineage.
Uncertainty description	Distinguish observed, estimated, and expert-assessed values; retain justified ranges or qualitative caveats.
Decision model	Declare alternatives, criteria, criterion direction, weights or preference rules, scaling, and hard constraints.
Scenario and robustness analysis	Recalculate the model across a documented set of plausible data and preference assumptions.
Review and decision record	Record the approved choice, reviewer, rationale, overrides, and the evidence needed to reproduce the result.

PROV-O, a W3C recommendation, represents provenance through entities, activities, and agents [5]. Here, source files and results are entities; imports, validations, transformations, and calculations are activities; and responsible people or software are agents. These concepts do not require a full semantic-web implementation.

Validation rules depend on the decision context. A quotation may have been accurate when issued but now be outdated; two performance measures may cover different periods; and a vendor's feature claim may lack test evidence. ISO/IEC 25012 provides a reference model for data-quality characteristics [1]; a recent review compares data-quality frameworks and shows how they differ in the dimensions covered and the ways those dimensions are assessed [2]. The workflow should retain each check's result, applied rule, and reason for accepting, flagging, or excluding an input.

To reproduce a ranking, the decision record must identify each criterion, its preferred direction, the scaling applied to raw values, and the role of weights or other preference rules. Parameters specific to the selected MCDA method should also be versioned. Method choice forms part of the model because MCDA approaches embody different assumptions about preferences and aggregation [3].

The robustness module varies inputs that may change the choice: cost estimates, missing-data treatments, criterion weights, measurement ranges, and disputed criteria. Sensitivity analysis shows whether rankings change and which assumptions drive the change, but cannot establish an objectively best option [3, 6]. Small problems may be tested through a limited set of agreed scenarios; where inputs interact, the sampling or sensitivity procedure must be documented and justified.

From ranking to an auditable recommendation

Uncertainty should remain attached to evidence, not appear only as a warning beside the final score. For each material input, retain its value, source, date, transformation history, and status (observed, estimated, or expert-assessed). Keep missing or disputed information visible. Where evidence cannot support a numerical range, flag the gap rather than assign an arbitrary interval.

After calculating the baseline ranking, rerun the model under predefined scenarios. Record each rank change, the input or preference that caused it, and any breached constraints. The share of scenarios in which an option ranks first is descriptive, not a probability unless the scenario-generation or sampling design supports that interpretation [6].

No universal robustness threshold is appropriate: acceptable stability depends on error consequences, decision reversibility, and evidence quality. If the preferred option remains unchanged across the tested scenarios, describe it as robust within that scope. If the ranking changes, report a conditional result and identify the assumptions responsible. The decision record should link the input snapshot and source lineage to the model version, preference settings, scenario results, selected option, reviewer, and any override rationale.

Illustrative application: selecting a digital platform

Consider a small organization selecting a digital platform for an operational process. It may compare total cost of ownership, interoperability with existing systems, cybersecurity evidence, and continuity of vendor support. This illustrative case is not a field study and uses no measured procurement results. Inputs might include vendor quotations, product documentation, IT staff assessments, and existing system requirements. Their reliability and coverage may differ: a quotation may omit migration costs, compatibility claims may be untested, security records incomplete, or support terms outdated.

Table 2.

Traceable handling of criteria in the illustrative platform-selection problem

Criterion	System treatment
Cost	Record date and scope; identify omitted migration or support costs; test evidence-based ranges.
Interoperability	Map required interfaces to tested or documented capabilities; flag unverified claims.
Cybersecurity	Record source and date; distinguish documented controls from unknown or unverified controls.
Vendor continuity	Retain support duration and service commitments; flag ambiguous or expiring terms.

Suppose one platform ranks first on quoted purchase prices but falls behind when migration costs are included or security receives greater weight. The system should show the reversal and identify the changed assumption, not hide it in the final score. This does not make the displaced platform inferior on every criterion. If the same option remains first across justified scenarios, report that it is stable only within the scenarios assessed, not proven optimal under all future conditions.

A rank orders alternatives under specified inputs and rules. A defensible recommendation also requires judgment about evidence quality, uncertainty, tested assumptions, and accountability. The architecture keeps these elements with the ranking rather than dispersing them across emails, spreadsheets, and logs.

Implementation and evaluation

Implementation can be staged: standardize input templates, source identifiers, dates, units, and validation rules; establish a versioned decision model and reproducible baseline; then add scenario analysis and the decision record. Integrate databases, APIs, or workflow tools only where needed. Predictive components require a defined purpose and justification for their data and integration costs.

Evaluate a prototype using a documented decision problem and auditable dataset. Measures may include independent reproducibility, provenance coverage, visibility of ranking changes and their causes, handling of data gaps, and time required to reconstruct a recommendation. These are proposed measures, not findings. Scenarios should be grounded in evidence or documented expert judgment; any probability distributions require explicit assumptions.

Limitations and conclusions

The architecture does not remove judgment. Stakeholders still choose criteria, preferences, thresholds, and acceptable risk. Provenance makes these choices inspectable but cannot repair unreliable source data or resolve disagreement. The proposal has not yet been implemented or evaluated in a real setting or a carefully documented test case.

Decision support should preserve an auditable chain from source evidence to reviewed recommendation, not end with a single score. The proposed architecture

brings data quality, provenance, uncertainty, MCDA, robustness checks, and human approval into one workflow. A prototype study should test whether this arrangement improves reproducibility and helps analysts identify the assumptions behind changes in ranking.

References

1. ISO/IEC 25012:2008. Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Data quality model. Geneva: International Organization for Standardization; 2008. Available at: https://www.iso.org/standard/35736.html.

2. Miller R, Chan SHM, Whelan H, Gregório J. A Comparison of Data Quality Frameworks: A Review. Big Data and Cognitive Computing. 2025;9(4):93. https://doi.org/10.3390/bdcc9040093.

3. Greco S, Słowiński R, Wallenius J. Fifty years of multiple criteria decision analysis: From classical methods to robust ordinal regression. European Journal of Operational Research. 2025;323(2):351–377. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.07.038.

4. Bliznák K, Munk M, Pilková A. A Systematic Review of Recent Literature on Data Governance (2017–2023). IEEE Access. 2024;12:149875–149888. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3476373.

5. Lebo T, Sahoo S, McGuinness D, editors. PROV-O: The PROV Ontology. W3C Recommendation, 30 April 2013. Available at: https://www.w3.org/TR/prov-o/.

6. Azzini I, Munda G. Sensitivity and Robustness Analyses in Social Multi-Criteria Evaluation of Public Policies. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis. 2025;32(1):e70006. https://doi.org/10.1002/mcda.70006.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ГЕНЕРАЦІЇ БІЗНЕС-МОДЕЛЕЙ НА РАННІХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКТУ

Марківський Ярослав Юрійович,
магістрант
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Басюк Тарас Михайлович,
кандидат технічних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Генеративні моделі суттєво знизили технічний поріг створення програмного прототипу. Тому вузьким місцем стає не реалізація, а обґрунтування продукту. Структурований спосіб описати бізнес-модель дає методологія А. Остервальдера та І. Піньє [1]. Вона складається з кількох інструментів, зокрема карти емпатії, клієнтських сценаріїв, Канви бізнес-моделі та аналізу SWOT. Кожен інструмент створює власний артефакт, а між артефактами існують змістові зв'язки. Клієнт із карти емпатії має збігатися з клієнтом у Канві та в сценарії. Користувач без підготовки не знає ні складу артефактів, ні їх послідовності, ні цих зв'язків, тому не може сам помітити, що артефакти суперечать один одному.

Наявні програмні засоби добре створюють окремий артефакт, але не контролюють узгодженість між артефактами. Щоб перевірити це, один опис ідеї українською мовою подано п'яти системам структурування бізнес-моделей. Розузгодження виявлено в чотирьох із них. Наприклад, система SeedAngels [2] створила бізнес-план, у якому чистий прибуток у звіті про прибутки та збитки має від'ємний знак, а в балансі той самий показник додатний. Система Preuve [3] дала підсумкову оцінку ідеї 68 балів зі 100, хоча жодна з шести її часткових оцінок не перевищувала 60. Отже, суперечність видно лише тоді, коли артефакти зіставляють між собою, і тому схемна чи арифметична перевірка одного документа її не знаходить.

Наукові дослідження із застосування генеративних моделей у підприємництві залишаються фрагментованими [4]. У найближчому за змістом багатоагентному каркасі для проєктування бізнес-моделей узгодженість забезпечується пам'яттю агентів, а оцінюють якість рішень і стійкість системи, але не узгодженість між артефактами [5]. Накопичення контексту зменшує ймовірність суперечностей, але не виявляє їх.

Перевірку узгодженості не можна довірити самій мовній моделі. Показано, що в задачах міркування моделі не здатні самокоригуватися без зовнішнього сигналу, а подеколи якість після самокорекції погіршується [6]. Автори позиційної роботи про планування стверджують, що такі моделі слід розглядати у зв'язці із зовнішніми верифікаторами [7]. Оцінювання результатів іншої моделі

також має зміщення. Модель схильна оцінювати вище тексти, які вона впізнає як власні [8]. Звідси випливають дві вимоги. Правила перевірки мають бути сформульовані незалежно від моделі. Оцінка моделі потрібна лише для випадків, які не зводяться до формальних правил, і має надходити від моделі іншого сімейства.

Отже, потрібна система, яка за описом ідеї створює повний набір артефактів у порядку, визначеному методологією, і перевіряє їх на несуперечність. Метою роботи є розроблення інтелектуальної інформаційної системи генерації бізнес-моделей на ранніх етапах життєвого циклу продукту, яка створює узгоджені артефакти за неструктурованим описом ідеї та виявляє суперечності між ними.

Тип системи обґрунтовано засобами системного аналізу. Генеральну мету сформульовано як створення узгодженого набору артефактів і конкретизовано деревом цілей до чотирьох критеріїв якості. Це повнота, структурованість, узгодженість і зручність. Методом аналітичної ієрархії [9] порівняно інформаційно-пошукову, інформаційно-довідкову, інформаційно-керуючу та інформаційно-аналітичну системи. Найбільшу вагу має критерій узгодженості (0,47). Найвищий узагальнений пріоритет отримала інформаційно-аналітична система (0,574), що більш ніж удвічі перевищує наступну альтернативу (0,218). Оскільки система містить базу правил і механізм виведення, її віднесено до інтелектуальних інформаційних систем.

Концептуальну модель розроблено мовою UML. Діаграма варіантів використання (рис. 1) визначає межі системи та її взаємодію із зовнішнім середовищем. Виокремлено двох акторів. Користувач є засновником продукту на ранньому етапі, який створює проєкти, подає опис ідеї та працює з отриманими артефактами. Велика мовна модель є зовнішньою системою, яка створює артефакти.

Усі дії користувача, окрім реєстрації, включають автентифікацію. Користувач створює проєкт, переглядає перелік проєктів, стан виконання етапів і згенеровані артефакти, повторно генерує артефакт і видаляє проєкт. Створення проєкту запускає побудову набору артефактів, яку виконує система без участі користувача. Вона включає створення артефакта мовною моделлю, перевірку відповідності структурі та перевірку несуперечності. Повторне виконання етапу розширює перевірку несуперечності, бо виконується лише за наявності порушення.

Порядок етапів генерації не є технічним рішенням, а випливає з методології. Карта емпатії передує клієнтському сценарію та ідеації, а ті разом визначають вибір патернів. Канва синтезує всі попередні артефакти, тобто залежить від опису ідеї, карти емпатії, сценарію, ідеації та патернів. Далі канва проходить цикл оцінювання за SWOT і побудови альтернатив за сіткою ERRC. Цикл створює до п’яти версій канви й зупиняється, коли зважена сума слабких сторін і загроз перестає зменшуватися, а остання краща версія вважається фінальною. На її основі створюються сторітелінг, сценарії майбутнього та пітч. Якщо патерни показують, що моделі кількох сегментів несумісні, система будує кілька канв, і кожна проходить власний цикл.

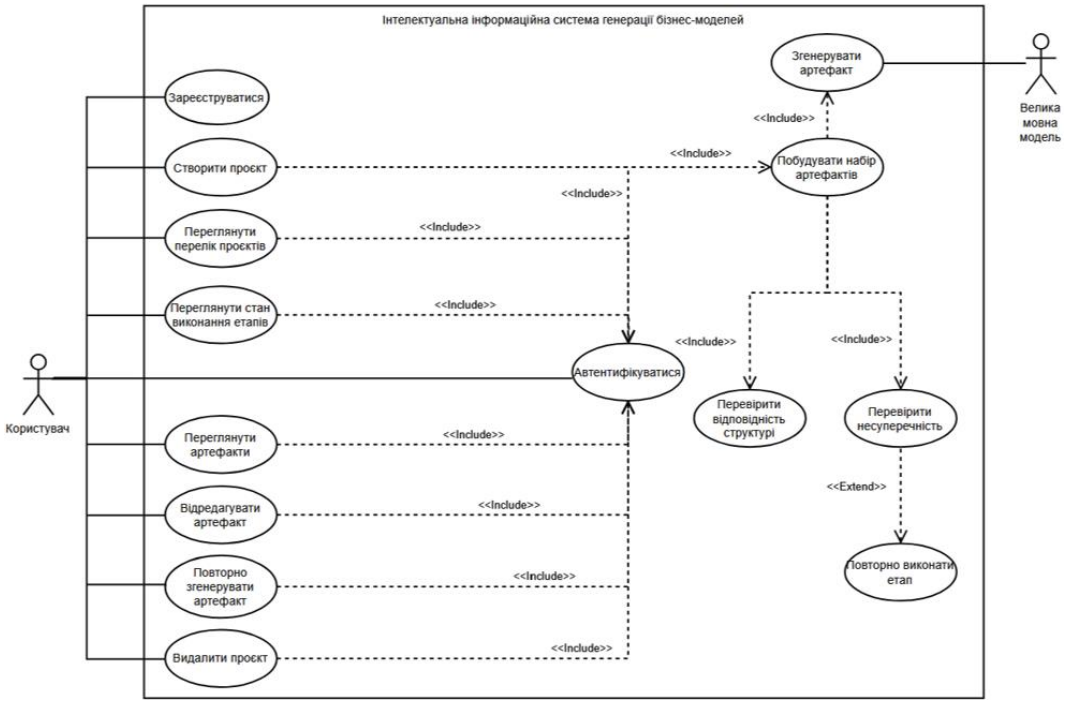


Рис. 1. *Діаграма варіантів використання*

Джерело рисунка: власна розробка авторів.

Методологічне знання винесено із запиту до моделі в окремий доменний пакет. Він містить типізовані схеми артефактів, закриті множини значень, граф залежностей етапів і правила узгодженості. Для кожного етапу пакет визначає також контракт генерації, тобто лише ті поля, які пише модель. Ідентифікатори, посилання між артефактами та номери версій модель не вигадує, їх призначає система. Пакет є єдиним джерелом методологічного опису для всіх компонентів.

Механізм контролю несуперечності поєднує два способи перевірки. Шість правил є детермінованими й зводяться до зіставлення значень або перевірки посилань. Наприклад, кожен хід ERRC має посилатися на картку, що справді є в тій версії канви, яку він змінює, а наратив сторітелінгу може посилатися лише на непорожні секції канви. Ще шість перевірок потребують змістового зіставлення текстів, наприклад чи відповідає персона сценарію клієнту з карти емпатії. Їх виконує мовна модель, що має належати до іншого сімейства, ніж генератор. Це правило закладено в систему, і воркер генерації не запускається, якщо обидві моделі належать до одного сімейства. Порушення рівня помилки запускає повторне створення цього етапу з описом порушення, не більше двох разів. Висновки моделі-судді мають дорадчий характер і не блокують етап.

Система складається з чотирьох компонентів. Це доменний пакет, воркер генерації, сервер застосунку та вебзастосунок. Сервер зберігає кожен етап як рядок зі станом і посиланнями на рядки, від яких він залежить, і ставить завдання в чергу. Воркер опрацьовує завдання, створює артефакти та виконує перевірку узгодженості. Повторна доставка повідомлення черги не створює дублікатів, бо ідентифікатори артефактів виводяться детерміновано з ідентифікатора рядка.

Працездатність перевірено контрольним прикладом. Для ідеї з одним сегментом клієнтів система створила 19 артефактів за 10 етапів протягом 182 с. Для ідеї з трьома сегментами виконано 16 етапів за 152 с на двох воркерах. Створення повного набору до пітча коштує 41-64 тис. токенів мовної моделі на проєкт.

Таким чином, запропоновано інтелектуальну інформаційну систему, яка створює набір артефактів бізнес-моделі й контролює їх несуперечність гібридним механізмом із детермінованих правил і оцінювання мовною моделлю. Кількісне оцінювання приросту узгодженості на більшій вибірці ідей і порівняння висновків моделі-судді з експертними оцінками становлять напрям подальших досліджень.

Список літератури

1. Остервальдер А., Піньє І. Створюємо бізнес-модель. Новаторські ідеї для всіх і кожного. Київ : Наш Формат, 2024. 288 с.

2. SeedAngels: Free Startup Idea Validator. URL: https://seedangels.ai/startup-idea-validator (дата звернення: 05.09.2026).

3. Preuve AI: Idea Validation Tool. URL: https://preuve.ai/ (дата звернення: 05.09.2026).

4. Kuset H. et al. GenAI in Entrepreneurship: a Systematic Review of Generative Artificial Intelligence in Entrepreneurship Research. 2025. URL: https://arxiv.org/abs/2505.05523

5. Wang Z. et al. From Bits to Boardrooms: A Cutting-Edge Multi-Agent LLM Framework for Business Excellence. 2025. URL: https://arxiv.org/abs/2508.15447

6. Huang J. et al. Large Language Models Cannot Self-Correct Reasoning Yet. Proceedings of the 12th International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). 2024.

7. Kambhampati S. et al. Position: LLMs Can't Plan, But Can Help Planning in LLM-Modulo Frameworks. Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning. 2024. Vol. 235. P. 22895-22907.

8. Panickssery A., Bowman S. R., Feng S. LLM Evaluators Recognize and Favor Their Own Generations. Advances in Neural Information Processing Systems. 2024. Vol. 37.

9. Saaty T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences. 2008. Vol. 1, no. 1. P. 83-98. URL: https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ПОТОКІВ ДАНИХ В УМОВАХ ДРЕЙФУ КОНЦЕПЦІЙ І ПОЯВИ НОВИХ КЛАСІВ

Машков В'ячеслав Вадимович,
студент
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інформатики,
м. Харків, Україна

Аналіз високошвидкісних потоків даних у режимі реального часу (Data Streams) вимагає застосування спеціалізованих алгоритмів Data Stream Mining, що працюють за принципом однопрохідного сканування (single-pass scanning) без збереження історії у пам'яті [1]. Ключовою особливістю нестаціонарних потоків є явище дрейфу концепцій (concept drift), що виражається у зміні характеристик даних та постійній еволюції кластерної структури: виникненні нових класів, зникненні застарілих, їхньому розщепленні або злитті [2]. У таких умовах кількість кластерів є апріорі невідомою та динамічною.

Метою роботи є систематизація та порівняльний аналіз існуючих методів кластеризації потоків даних в умовах дрейфу концепцій і появи нових класів [3]. Оцінювання здійснюється за критеріями швидкодії, адаптивності до дрейфу, здатності виявляти нові кластери, стійкості до завад та можливості обробки нечітких меж і високовимірності.

Сучасні підходи до кластеризації поділяються на три основні групи:

1. Нечіткі пакетні методи (FCM, PCM): Забезпечують гнучке розбиття для перетинних класів, але вимагають зберігання усієї вибірки та багаторазового проходу по даних, що унеможливлює їх пряме застосування в потоках [3].

2. Потокові методи з чіткою належністю (CluStream, DenStream): Стискають дані в онлайн-режимі у вигляді мікрокластерів або комірок щільності із застосуванням механізмів згасання [1]. Вони забезпечують високу швидкість, але через чітке розбиття втрачають точність на зашумлених даних з розмитими межами.

3. Еволюційні та адаптивні потокові методи (NoCStream, Credibilistic FCM): Використовують інкрементальні нечіткі та достовірні процедури з рекурентним оновленням параметрів, автоматичним виявленням кількості класів та онлайн-проектуванням високовимірних даних [4, 5].

Результати порівняльного аналізу цих груп методів наведено в табл. 1.

Таблиця 1.
Порівняльний аналіз методів

Критерій аналізу	Нечіткі пакетні методи	Потокові методи з чіткою належністю	Еволюційні та адаптивні потокові методи
Режим обробки та складність	Пакетний, багатопрохідний; високі витрати пам’яті	Двофазний (Online/Offline); фіксовані витрати пам’яті	Однопрохідний рекурентний; фіксовані витрати пам’яті
Адаптація до дрейфу концепцій	Відсутня (вимагає повного перезапуску)	Згасання вагових коефіцієнтів та вікна	Інкрементальне рекурентне оновлення та забування
Визначення кількості кластерів	Фіксується заздалегідь	Динамічне (через мікрокластери)	Динамічне оцінювання та розщеплення / злиття
Обробка нечіткості та перетинів	Висока (функції належності)	Низька (чітке дискретне розбиття)	Висока (нечіткі та достовірні міри)
Стійкість до шуму та аномалій	Низька або середня	Висока (буферизація та відсіювання)	Дуже висока (робастні цільові функції)

Існуючим методам бракує комплексного поєднання робастності до негаусівського шуму з механізмами розрізнення тимчасових завад від стійкого дрейфу в реальному часі [4]. Більшість алгоритмів мають високу обчислювальну складність у високовимірних просторах та суттєвий часовий лаг адаптації після різкої появи нових класів [2]. Перспективним напрямом є розробка гібридних онлайн-ансамблів та адаптивних нечітких методів з мінімальним лагом адаптації [4, 5].

Список літератури

1. Адаптивна робастна нечітка кластеризація потоків даних на основі правдоподібного підходу / А. Ю. Шафроненко та ін. *Системи обробки інформації*. 2026. № 1(184). С. 112–115. URL: https://doi.org/10.30748/soi.2026.184.11 (дата звернення: 27.10.2026).

2. Онлайн беггінг в задачах нечіткої кластеризації / А. Ю. Шафроненко та ін. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2026. № 1(87). С. 84–89. URL: https://doi.org/10.30748/zhups.2026.87.09 (дата звернення: 28.10.2026).

3. Credibilistic robust online fuzzy clustering in data stream mining tasks / A. Y. Shafronenko et al. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2023. No. 3. P. 97–103. URL: https://doi.org/10.15588/1607-3274-2023-3-10 (date of access: 27.10.2026).

4. Online Stacking Credibilistic Fuzzy Clustering for Data Stream Mining / Y. Bodyanskiy et al. *Seventh International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems*, Zaporizhzhia, Ukraine, 3 May 2024. Aachen, Germany, 2024. P. 340–349. URL: https://doi.org/10.55056/ceur-ws.org/vol-3702/paper28.pdf (date of access: 27.10.2026).

5. Zubaroğlu A., Atalay V. Online embedding and clustering of evolving data streams. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*. 2022. URL: https://doi.org/10.1002/sam.11590 (date of access: 27.10.2026).

ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ФІТНЕС ТА ДІЄТИЧНИМИ ПРОГРАМАМИ З ТРЕКЕРОМ КАЛОРІЙ І КОНСУЛЬТАЦІЙНОЮ ПІДТРИМКОЮ

Савицький Данило Павлович,
магістрант
Національний університет "Львівська політехніка" Львів, Україна

Басюк Тарас Михайлович
Кандидат технічних наук, доцент
Національний університет "Львівська політехніка" Львів, Україна

Надмірна маса тіла та пов'язані з нею неінфекційні захворювання залишаються одним із найпоширеніших чинників погіршення здоров'я населення: за оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я, надлишкову масу тіла має понад мільярд осіб [1]. Систематичні огляди засвідчують, що регулярний самоконтроль харчування та фізичної активності є одним із небагатьох чинників, які стійко корелюють із досягненням і втриманням результату [2]. Водночас наявні мобільні застосунки здебільшого обмежуються веденням щоденника: вони фіксують спожиті калорії, проте не створюють відповідальності за результат і не забезпечують фахового супроводу. Звернення ж до дієтолога чи тренера офлайн є витратним і не дає безперервності спостереження, оскільки фахівець бачить лише ті дані, які клієнт повідомляє під час консультації.

Окремим обмеженням є достовірність вихідних даних. Систематичні огляди показують, що носимі пристрої дають прийнятну похибку для кроків і частоти серцевих скорочень у спокої, тоді як оцінка витраченої енергії має розкид до десятків відсотків [3]. Отже, проблема полягає у відсутності єдиного програмного середовища, яке одночасно забезпечує достовірний облік енергетичного та нутрієнтного балансу, персоналізоване планування фізичної активності й безперервну взаємодію із сертифікованим дієтологом і тренером на підставі фактичних даних моніторингу. Ця проблема є слабко структурованою: вона поєднує кількісні складові, що піддаються формалізації, з якісними – мотивацією, поведінковими патернами та довірою до рекомендацій, – а тому потребує системного аналізу, а не лише математичного моделювання [4].

Метою роботи є створення проєкту інформаційної системи підтримки прийняття рішень у сфері фітнесу та дієтології, яка забезпечує ведення обліку харчування і фізичної активності, автоматизоване формування індивідуальних цільових показників та планів, візуалізацію прогресу й безперервну взаємодію користувача із сертифікованими фахівцями в межах єдиного застосунку. Систему декомпозовано на шість підсистем: управління користувачами, обліку

харчування, планування та обліку тренувань, консультацій, аналітики та адміністративну. Межі підсистем проведено за зв'язністю даних – кожна володіє власним набором сутностей і надає доступ до них через визначений інтерфейс, що дає змогу змінювати її реалізацію без впливу на суміжні.

На **рис. 1** подано діаграму варіантів використання системи. На ній відображено чотири активні дійові особи – користувача, дієтолога, тренера й адміністратора – та зовнішні системи, що беруть участь у сценаріях: платформи агрегації даних здоров'я, довідник харчових продуктів і службу доставляння повідомлень.

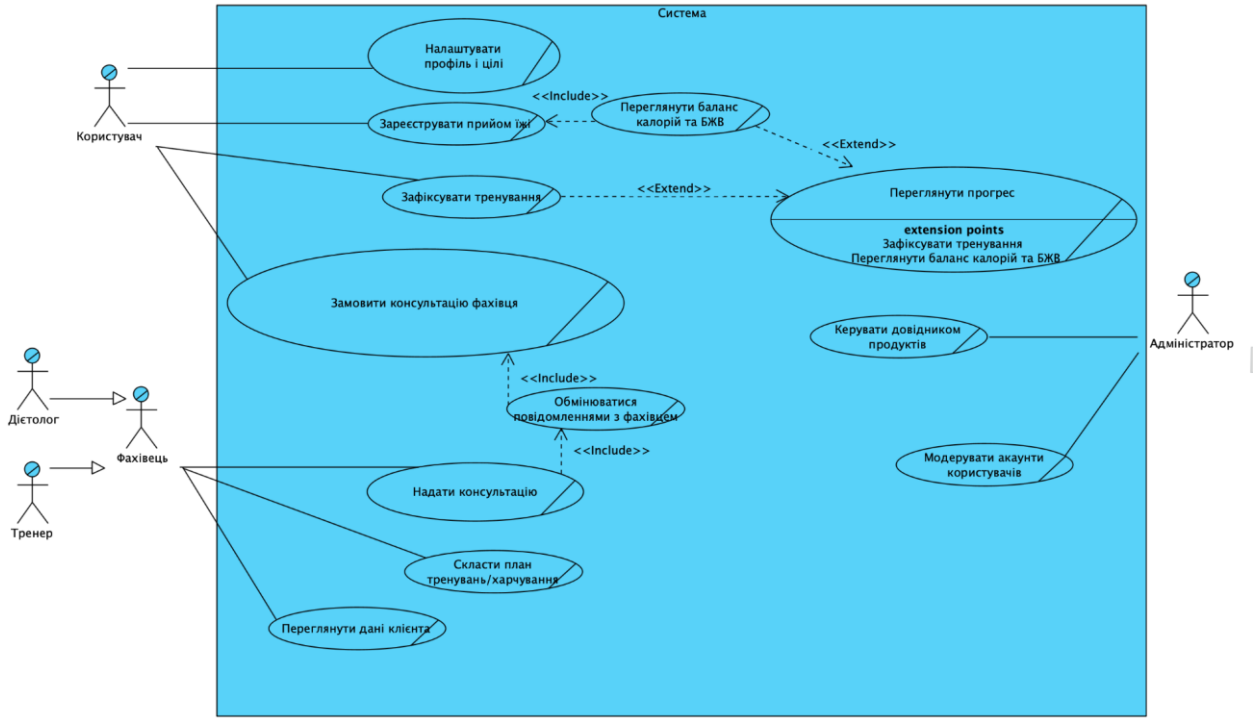


Рис. 1. Діаграма варіантів використання
Джерело рисунка: розроблено автором

Базові сценарії користувача охоплюють ведення профілю з дієтичними обмеженнями, облік прийомів їжі з автоматичним обчисленням енергетичної цінності та вмісту макронутрієнтів, облік тренувань і перегляд динаміки показників. Сценарії фахівця передбачають перегляд даних клієнта за наявною згодою, коригування цільових показників і плану та ведення консультації в чаті або у відеосеансі. Адміністратор відповідає за верифікацію фахівців і ведення довідників. Істотним є те, що право фахівця бачити дані клієнта перевіряється на рівні вибірки з бази даних, а не на рівні подання, тому відкликання згоди діє негайно.

Управлінську складову проєкту виконано за гібридною моделлю, що поєднує структуру PMBOK [6] з ітеративним процесом Scrum [7]. Вибір зумовлений суперечливістю вихідних умов: невеликий колектив і фіксований строк вимагають чіткого плану й контрольних дат, тоді як значна частина вимог до взаємодії з користувачем не визначається наперед і перевіряється емпірично, а

вимоги захисту даних про здоров’я мають бути визначені повністю до початку реалізації. Відповідно обсяг, строки, бюджет і ризики ведуться за PMBOK, а розроблення виконується двотижневими ітераціями. Визначено дев’ять функціональних ролей виконавця і три ролі замовника з розподілом відповідальності за матрицею RACI та десять проміжних етапів із контрольними датами й переліком результатів, що передаються замовникові.

Ієрархічну структуру робіт побудовано методом декомпозиції за фазами життєвого циклу з подальшою деталізацією до рівня робочих пакетів, тривалість яких не перевищує десяти робочих днів. Кореневий елемент відповідає проєкту загалом, другий рівень утворюють п’ять фаз – планування, узгодження роботи, розроблення, інтеграція та тестування, завершення, – а третій рівень містить чотирнадцять робочих пакетів (рис. 2). Найбільшою за обсягом є фаза розроблення, що охоплює сім пакетів: п’ять серверних модулів – ідентифікації та профілів, обліку харчування, тренувань та інтеграцій, консультацій і відеозв’язку, аналітики та звітності, – а також клієнтський застосунок і адміністративний вебінтерфейс.

Склад фаз такий. Ініціація охоплює визначення зацікавлених сторін, формування цілей, розроблення статуту проєкту та попереднє оцінювання ресурсів. Аналіз і проєктування – збирання та аналіз вимог, підготовку специфікації, проєктування архітектури, бази даних і UX/UI. Розроблення – підсистему ідентифікації та профілів, розрахунковий модуль цільових показників, серверну частину обліку харчування, довідник продуктів з інтеграцією до зовнішнього джерела, клієнтський інтерфейс обліку харчування, модуль тренувань із синхронізацією з платформами здоров’я, підсистеми консультацій та аналітики, адміністративний вебінтерфейс. Інтеграція та тестування – інтеграцію складових, модульне, інтеграційне, регресійне тестування, тестування безпеки та зручності використання. Моніторинг і управління – контроль виконання, строків і вартості, керування ризиками та змінами. Завершення – оптимізацію та рефакторинг, підготовку документації й релізу, приймальні випробування та закриття проєкту.

Трудомісткість робочих пакетів оцінено методом трьох оцінок за розподілом PERT [6]. Очікувану трудомісткість і середньоквадратичне відхилення обчислюють за формулами:

$$te = (a + 4m + b) / 6 \quad (1)$$

$$\sigma = (b - a) / 6 \quad (2)$$

де a – оптимістична, m – найімовірніша, b – песимістична оцінка. Сумарна очікувана трудомісткість становить приблизно 301 людино-день, а середньоквадратичне відхилення сумарної оцінки, обчислене як корінь квадратний із суми дисперсій окремих груп робіт, – близько 9,8 людино-дня, що за правилом трьох сигм дає довірчий інтервал від 271 до 330 людино-днів. Отримана величина покладена в основу визначення чисельності команди.

На підставі ієрархічної структури робіт і оцінок трудомісткості побудовано календарний графік у вигляді діаграми Ганта (рис. 2), на якій відображено логічні залежності між роботами та контрольні дати проміжних етапів. Залежності

задано переважно у вигляді «завершення – початок». Критичний шлях проєкту проходить через роботи з аналізу вимог, проєктування архітектури, реалізації серверної частини обліку харчування, реалізації клієнтського застосунку, інтеграції та тестування; затримка будь-якої з них безпосередньо зсуває дату завершення проєкту, тому саме ці роботи потребують першочергового контролю. Роботи з проєктування UX/UI та розроблення адміністративного вебінтерфейсу мають резерв часу і не лежать на критичному шляху, тому їх можна зміщувати в межах резерву без впливу на кінцеву дату.

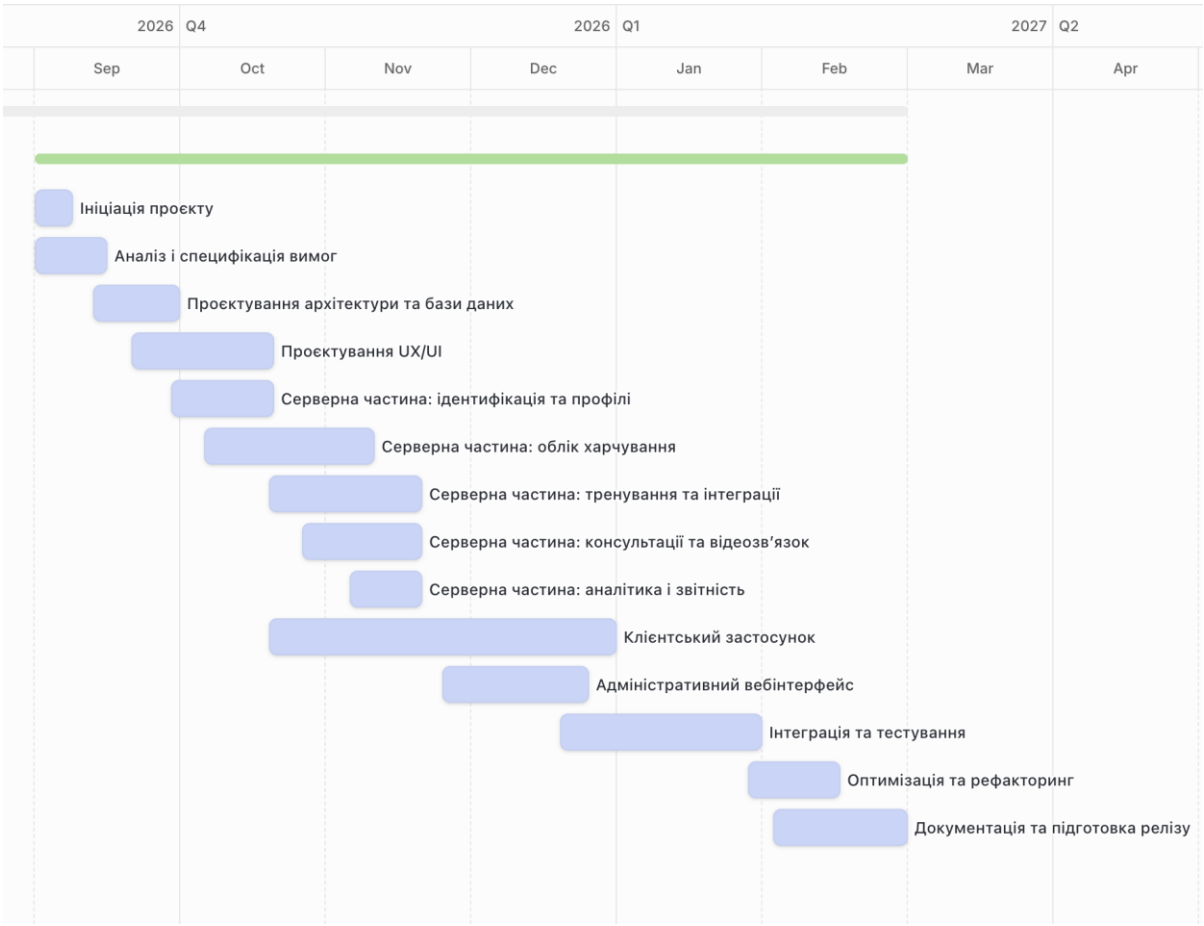


Рис. 2. Календарний графік виконання проєкту у вигляді діаграми Ганта
Джерело рисунка: розроблено автором

Ідентифіковано та оцінено 21 ризик проєкту за добутком імовірності на вплив, із яких десять віднесено до високого пріоритету; для кожного визначено стратегію реагування та відповідального. Бюджет проєкту становить 38 000 доларів США, зокрема 35 950 доларів прямих витрат і 2050 доларів резерву на ризики. Окремо розроблено процедуру керування змінами до обсягу з пороговими значеннями та правилом захисту обсягу спринту, що унеможливлює неконтрольоване розширення обсягу в межах ітерації.

Архітектурний опис побудовано відповідно до стандарту ISO/IEC/IEEE 42010 як сукупність подань, кожне з яких відповідає визначеному інтересу зацікавленої сторони [5]. Клієнтську частину реалізовано засобами Kotlin

Multiplatform зі спільною логікою моделей, валідації та синхронізації, а локальне сховище на SQLite забезпечує роботу без мережі. Серверну частину побудовано на Kotlin і каркасі Spring Boot, програмний інтерфейс описано специфікацією OpenAPI 3.1, обмін повідомленнями консультації реалізовано через WebSocket із відновленням сеансу, відеозв'язок – засобами WebRTC. Основним сховищем є PostgreSQL, кешування добових підсумків виконує Redis, а вкладення зберігаються в об'єктному сховищі, сумісному з протоколом S3. Таким чином, запропоноване рішення поєднує в одному середовищі достовірний облік, персоналізоване планування та дистанційну фахову підтримку, а управлінська складова забезпечує керованість строків і витрат: ієрархічна структура робіт задає повноту обсягу, оцінювання за PERT – обґрунтований довірчий інтервал трудомісткості, а календарний графік із виділеним критичним шляхом – пріоритети контролю. Подальшим напрямом є перевірка нефункціональних вимог на промисловому навантаженні та оцінювання впливу механізмів утримання на тривалість використання системи.

Список літератури

1. Obesity and overweight: fact sheet. World Health Organization. Geneva, 2024. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

2. Burke L. E., Wang J., Sevick M. A. Self-monitoring in weight loss: a systematic review of the literature. Journal of the American Dietetic Association. 2011. Vol. 111, No. 1. P. 92–102.

3. Fuller D., Colwell E., Low J. et al. Reliability and validity of commercially available wearable devices for measuring steps, energy expenditure, and heart rate: systematic review. JMIR mHealth and uHealth. 2020. Vol. 8, No. 9. P. 1–19.

4. Литвин В. В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 240 с.

5. ISO/IEC/IEEE 42010:2022. Software, systems and enterprise – Architecture description. Geneva: ISO, 2022. 59 p.

6. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2021. 370 p.

7. Schwaber K., Sutherland J. The Scrum Guide: the definitive guide to Scrum. 2020. 13 p. URL: https://scrumguides.org

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКОВОГО ШИФРУВАННЯ НА ОСНОВІ РЕГІСТРА ЗСУВУ З ЛІНІЙНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

Терещенко Катерина Володимирівна,
студентка,
Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Терещенко Тетяна Павлівна,
старший науковий співробітник,
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Черниш Юлія Олександрівна,
старший науковий співробітник,
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут

Вступ. Зростання обсягів цифрової інформації, розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та поширення автоматизованих систем оброблення даних зумовлюють необхідність удосконалення методів криптографічного захисту інформації. Особливого значення набуває забезпечення конфіденційності даних під час їх передавання, зберігання та оброблення, що потребує використання алгоритмів криптографічного перетворення з урахуванням вимог до обчислювальної ефективності, надійності та особливостей програмної реалізації.

Одним із поширених підходів до криптографічного перетворення інформації є потокове шифрування, принцип якого полягає у формуванні ключової послідовності та її послідовному поєднанні з елементами відкритих даних за допомогою операції виключного АБО (XOR). Характерною особливістю такого підходу є можливість поступового оброблення інформації без необхідності накопичення всього обсягу вхідних даних у пам'яті. Водночас криптографічна стійкість потокового шифрування визначається передусім властивостями генератора ключової послідовності, зокрема її непередбачуваністю та стійкістю до відновлення внутрішнього стану генератора [1; 5].

Одним із засобів формування псевдовипадкових бітових послідовностей є регістр зсуву з лінійним зворотним зв'язком (далі – РЗЛЗЗ), функціонування якого ґрунтується на послідовному зміщенні бітів внутрішнього стану та обчисленні нового біта за допомогою лінійної функції зворотного зв'язку. Перевагами РЗЛЗЗ є відносна простота реалізації, невисокі обчислювальні витрати та можливість формування послідовностей із визначеним періодом. Водночас лінійний характер механізму зворотного зв'язку зумовлює прогнозованість сформованої послідовності за наявності достатньої кількості її

елементів, що обмежує можливості самостійного використання РЗЛЗЗ у криптографічних системах, які потребують високого рівня захищеності [1; 2].

У зв'язку з цим актуальним є дослідження особливостей програмної реалізації потокового шифрування на основі РЗЛЗЗ, аналізу механізму формування ключового потоку та перевірки коректності криптографічного перетворення файлових даних. Практичний інтерес становить реалізація алгоритму з можливістю налаштування розрядності регістра, утворювального многочлена та початкового стану, що створює передумови для подальшого дослідження характеристик сформованих послідовностей.

Метою дослідження є розроблення та експериментальна перевірка програмної реалізації алгоритму потокового шифрування на основі регістра зсуву з лінійним зворотним зв'язком, а також аналіз особливостей формування ключового потоку та коректності відновлення вихідних файлових даних.

Потокове шифрування передбачає послідовне перетворення відкритих даних із використанням ключового потоку, сформованого відповідним генератором. У разі застосування адитивного двійкового потокового шифрування криптографічне перетворення здійснюється шляхом виконання операції виключного АБО (XOR) між бітами відкритого повідомлення та відповідними бітами ключової послідовності. Математично процес шифрування можна подати у вигляді [1; 5]:

$$c_i = p_i \oplus k_i, \qquad (1)$$

де p_i – i-й біт відкритих даних; k_i – відповідний біт ключового потоку; c_i – i-й біт шифротексту; $\oplus$ – операція виключного АБО.

Відновлення початкових даних забезпечується повторним застосуванням операції XOR до шифротексту з використанням ідентичної ключової послідовності:

$$p_i = c_i \oplus k_i. \qquad (2)$$

Коректність дешифрування ґрунтується на властивості самозворотності операції XOR, відповідно до якої повторне застосування однакового значення до певного біта відновлює його початковий стан. Отже, необхідною умовою правильного дешифрування є відтворення ключового потоку, сформованого під час шифрування.

Для генерування ключової послідовності в межах дослідження використано РЗЛЗЗ, що складається із заданої кількості бітових комірок і функції зворотного зв'язку. На кожному кроці функціонування регістра відбувається зсув його вмісту на одну позицію, а новий біт визначається як результат операції XOR над вибраними бітами поточного стану [1; 2].

Механізм формування біта зворотного зв'язку можна представити співвідношенням:

$$f_t = \bigoplus_{j \in T} s_j\,(t), \qquad (3)$$

де f_t – біт зворотного зв'язку на кроці t; T – множина позицій відводів регістра; $s_j(t)$ – значення біта в позиції j на відповідному кроці.

Конфігурація відводів визначається характеристичним многочленом над скінченним полем $GF(2)$. Вибір такого многочлена впливає на період сформованої послідовності та закономірності зміни внутрішнього стану регістра. Для РЗЛЗЗ розрядності n максимальний період ненульових станів становить [1; 2]:

$$L_{\max} = 2^n - 1. \qquad (4)$$

Досягнення максимального періоду забезпечується використанням примітивного характеристичного многочлена та ненульового початкового стану регістра за умови коректної реалізації відповідної схеми зворотного зв'язку.

Таким чином, параметри РЗЛЗЗ, зокрема його розрядність, конфігурація відводів та ініціалізуюче значення, визначають характеристики сформованої ключової послідовності. Водночас максимальний період не є достатнім критерієм криптографічної стійкості, оскільки лінійна структура РЗЛЗЗ допускає відновлення параметрів генератора за достатньої кількості відомих елементів вихідної послідовності. Це обґрунтовує необхідність розмежування функціональної коректності програмної реалізації та стійкості використовуваного механізму формування ключового потоку [1-3].

Для практичного дослідження особливостей потокового шифрування на основі РЗЛЗЗ розроблено консольний програмний засіб мовою C++, який забезпечує формування ключового потоку, криптографічне перетворення файлових даних та перевірку коректності їх відновлення. Програмна реалізація передбачає можливість налаштування основних параметрів генератора, зокрема розрядності регістра, конфігурації відводів і початкового стану, що дозволяє досліджувати функціонування алгоритму за різних вхідних умов.

Для представлення внутрішнього стану РЗЛЗЗ використано беззнаковий 64-бітовий цілочисельний тип uint64_t, що забезпечує підтримку регістрів розрядністю від 1 до 64 біт. Формування ключової послідовності реалізовано за допомогою функцій generateBit() та generateKeyByte(). Перша функція визначає черговий вихідний біт регістра, обчислює значення зворотного зв'язку шляхом застосування операції XOR до бітів, визначених конфігурацією відводів, після чого здійснює зсув внутрішнього стану та запис нового біта у старший розряд. Друга функція послідовно об'єднує вісім сформованих бітів у байт ключового потоку, який використовується під час криптографічного перетворення даних.

Безпосереднє шифрування та дешифрування файлів виконується функцією processFile(), яка забезпечує послідовне зчитування вхідних даних у двійковому режимі, формування відповідного байта ключової послідовності, виконання

операції XOR та запис результату до вихідного файлу. Застосування єдиного алгоритму для обох операцій зумовлене симетричністю криптографічного перетворення: для відновлення початкових даних необхідно повторно сформувати ідентичний ключовий потік, використовуючи однакові параметри РЗЛЗЗ.

Окрему увагу приділено перевірці коректності введених параметрів. Програмою передбачено контроль допустимої розрядності регістра, перевірку ненульового початкового стану, відповідності його значення заданій розрядності, а також перевірку конфігурації відводів. Для оцінювання правильності виконання криптографічного перетворення реалізовано функцію compareFiles(), яка здійснює побайтове порівняння початкового та відновленого файлів.

Запропонована програмна реалізація дозволяє виконувати шифрування та дешифрування файлових даних із можливістю зміни параметрів генератора ключової послідовності. Такий підхід створює програмну основу для експериментального дослідження функціональних характеристик РЗЛЗЗ, перевірки правильності криптографічного перетворення та подальшого аналізу властивостей сформованих ключових послідовностей.

Для оцінювання коректності розробленої програмної реалізації проведено експериментальну перевірку процесів потокового шифрування та дешифрування файлових даних. Основним критерієм перевірки визначено відповідність відновленої інформації початковим даним після послідовного виконання обох криптографічних перетворень.

У межах експерименту використано РЗЛЗЗ розрядністю 32 біти з ініціалізуючим значенням 123456789 та утворювальним многочленом $P(x) = x^{32} + x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$, який визначає конфігурацію відводів генератора. Як вхідні дані обрано текстовий файл input.txt, криптографічне перетворення якого здійснювалося шляхом послідовного накладання сформованого ключового потоку на байти відкритого повідомлення за допомогою операції XOR.

На першому етапі виконано шифрування початкового файлу з формуванням вихідного файлу encrypted.bin. На другому етапі отриманий шифротекст піддано дешифруванню з використанням ідентичних параметрів генератора. У результаті сформовано файл decrypted.txt, вміст якого порівняно з початковими даними за допомогою реалізованої процедури автоматичної перевірки.

Результати експериментальної перевірки наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати експериментальної перевірки алгоритму потокового шифрування

Параметр дослідження	Отриманий результат
Розрядність РЗЛЗЗ	32 біти
Утворювальний многочлен	$P(x) = x^{32} + x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$
Ініціалізуюче значення	123456789
Початковий файл	input.txt
Зашифрований файл	encrypted.bin

Відновлений файл	decrypted.txt
Метод криптографічного перетворення	Побітова операція XOR
Перевірка відновлених даних	Автоматичне побайтове порівняння
Результат порівняння	Повний збіг файлів

Проведена експериментальна перевірка підтвердила правильність реалізації процесів формування ключового потоку, шифрування та дешифрування файлових даних для досліджуваної конфігурації РЗЛЗЗ. Повний збіг початкового та відновленого файлів свідчить про коректне відтворення ключової послідовності та відсутність виявлених спотворень інформації під час виконання обох операцій.

Важливою функціональною особливістю розробленого алгоритму є використання єдиної процедури криптографічного перетворення для шифрування та дешифрування, що спрощує структуру програмної реалізації та забезпечує симетричність оброблення даних. Крім того, побайтова обробка файлів дає змогу виконувати криптографічне перетворення без необхідності одночасного завантаження всього вмісту файлу до оперативної пам’яті.

Водночас отримані результати характеризують насамперед функціональну коректність програмної реалізації та не є достатнім підтвердженням криптографічної стійкості сформованого ключового потоку. Зокрема, застосування лінійної функції зворотного зв’язку зумовлює наявність математичних залежностей між елементами вихідної послідовності, що створює передумови для прогнозування її наступних значень [1; 2].

Висновки. У результаті проведеного дослідження розглянуто теоретичні засади потокового шифрування на основі РЗЛЗЗ, особливості формування ключових послідовностей та умови досягнення їх максимального періоду. Визначено роль розрядності регістра, конфігурації відводів і початкового стану у функціонуванні генератора.

Розроблено програмний засіб мовою C++, який забезпечує налаштування параметрів РЗЛЗЗ, генерування ключового потоку, шифрування та дешифрування файлових даних із використанням операції XOR. Експериментальна перевірка із застосуванням 32-бітового регістра підтвердила функціональну коректність реалізованого алгоритму шляхом автоматичного побайтового порівняння початкового та відновленого файлів.

Встановлено, що використання РЗЛЗЗ забезпечує відносну простоту програмної реалізації та можливість послідовного оброблення цифрових даних. Водночас лінійна структура генератора обмежує його криптографічну стійкість, тому успішне відновлення інформації не слід розглядати як підтвердження захищеності алгоритму від криптоаналітичних атак.

Перспективним напрямом подальших досліджень є експериментальне оцінювання періодичних і статистичних характеристик ключових послідовностей за різних параметрів РЗЛЗЗ, а також дослідження можливостей застосування нелінійних перетворень для підвищення непередбачуваності сформованого ключового потоку [4].

Список літеретури:

1. Menezes A. J., van Oorschot P. C., Vanstone S. A. Handbook of Applied Cryptography. Boca Raton: CRC Press, 1996. 816 p. URL: https://cacr.uwaterloo.ca/hac/ (дата звернення: 29.10.2026).
2. Rueppel R. A. Analysis and Design of Stream Ciphers. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 1986. 244 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-82865-2
3. Barker E., Kelsey J. Recommendation for Random Number Generation Using Deterministic Random Bit Generators. NIST Special Publication 800-90A Rev. 1. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2015. DOI: https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-90Ar1
4. Bassham L. E. et al. A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications. NIST Special Publication 800-22 Rev. 1a. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2010. DOI: https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-22r1a.
5. Paar C., Pelzl J. Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners. Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-04101-3

УСУНЕННЯ НАСЛІДКІВ ЗЛОВЖИВАННЯ МОНОПОЛЬНИМ (ДОМІНУЮЧИМ) СТАНОВИЩЕМ НА РИНКУ ПОСТАЧАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК СПОСІБ ЗАХИСТУ ІНТЕРЕСІВ СПОЖИВАЧІВ

Дудик Інна Миколаївна
кандидат юридичних наук, доцент
ПВНЗ «Київський медичний університет»
Антимонопольний комітет України

Захист інтересів споживачів у справах про зловживання монопольним (домінуючим) становищем охоплює встановлення порушення законодавства про захист економічної конкуренції та виконання рішення органу Антимонопольного комітету України. Якщо рішенням на суб'єкта господарювання покладено зобов'язання усунути наслідки порушення, належне виконання такого зобов'язання має самостійне правове значення. Зокрема, припинення неправомірних нарахувань на майбутнє не підтверджує виконання обов'язку провести перерахунки за попередній період.

Метою дослідження є визначення правових засад виконання рішення органу Антимонопольного комітету України в частині усунення наслідків зловживання на ринку постачання теплової енергії та вимог до підтвердження виконання встановленого рішенням зобов'язання. Предмет дослідження становлять зміст такого зобов'язання, межі контролю за його виконанням і правове значення документів, поданих суб'єктом господарювання.

Відповідно до статті 48 Закону України «Про захист економічної конкуренції» за результатами розгляду справ органи Антимонопольного комітету України приймають рішення, зокрема про припинення порушення, накладення штрафу та усунення наслідків порушень [1, ст. 48]. Наявність у рішенні декількох приписів зумовлює необхідність перевірки виконання кожного з них. Сплата штрафу не є виконанням окремого зобов'язання здійснити перерахунок плати споживачам, а проведення перерахунку не звільняє від виконання інших приписів рішення.

Рішення органів Антимонопольного комітету України є обов'язковими до виконання [1, ст. 56]. Зміст обов'язку адресата рішення визначається його резолютивною частиною, яка застосовується з урахуванням установлених у справі обставин та мотивів прийняття рішення. Під час контролю необхідно встановити відповідність фактично вчинених суб'єктом господарювання дій конкретному припису рішення. Саме повідомлення про намір виконати рішення або про розпочаті підготовчі дії не підтверджує виконання зобов'язання в повному обсязі.

Правовою передумовою покладення зобов'язання усунути наслідки порушення є належне встановлення такого порушення. Саме монопольне

(домінуюче) становище не є протиправним. Для кваліфікації зловживання необхідне доказування передбачених статтею 13 Закону України «Про захист економічної конкуренції» ознак конкретних дій або бездіяльності [1, ст. 13]. Відповідно, зміст зобов'язання щодо усунення наслідків повинен бути пов'язаний із установленим порушенням та його наслідками для споживачів.

На ринку постачання теплової енергії виконання такого рішення здійснюється з урахуванням спеціального правового регулювання. Закон України «Про природні монополії» розмежовує транспортування теплової енергії як сферу діяльності суб'єктів природних монополій та її постачання як суміжний ринок [2, ст. 5, 6]. Це розмежування має враховуватися при визначенні предмета зобов'язання: воно повинно стосуватися тієї діяльності та тих правовідносин, у межах яких установлено порушення.

Відповідно до Закону України «Про теплопостачання» тарифи на теплову енергію встановлюються уповноваженими органами в межах визначених законом повноважень [3, ст. 20]. Підприємство здійснює розрахунок тарифу та подає документи для його встановлення або перегляду за відповідною процедурою. Виконання рішення органу Комітету про перерахунок плати не означає набуття підприємством повноважень самостійно змінити регульований тариф. Необхідно розмежовувати перегляд тарифу та перерахунок нарахувань за передбаченим законодавством механізмом.

Для аналізу виконання рішення розглянемо знеособлену ситуацію, за якої встановлене зловживання полягало у нездійсненні зменшення нарахувань у період дії спеціального механізму врахування зниження вартості ресурсу. Якщо резолютивна частина рішення передбачає проведення відповідного перерахунку, предметом контролю є виконання саме цього припису. Перевірці підлягають застосований порядок розрахунку, період перерахунку, коло споживачів і відображення його результатів у розрахунках із ними.

Період, за який має бути проведено перерахунок, слід відмежовувати від строку виконання зобов'язання. Перший визначає часові межі нарахувань, які підлягають коригуванню, другий — час, протягом якого адресат рішення повинен учинити встановлені ним дії. Проведення перерахунку лише за частину визначеного періоду не підтверджує виконання відповідного припису в повному обсязі. Так само дата видання внутрішнього наказу не є достатнім доказом своєчасного проведення перерахунку.

Коло споживачів визначається відповідно до змісту зобов'язання та встановлених у справі обставин. Документи про виконання рішення повинні давати можливість перевірити, чи здійснено перерахунок усім особам, на яких поширюється відповідний припис. Припинення договору або зміна власника приміщення потребують з'ясування того, кому здійснювалися спірні нарахування та в який правовий спосіб належить урахувати суму перерахунку. Саме лише виключення такого споживача з поточного переліку абонентів не підтверджує виконання зобов'язання щодо нього.

Порядок визначення суми перерахунку повинен відповідати рішенню органу Комітету та нормативним положенням, застосовним до досліджуваного періоду.

Документальна перевірка передбачає зіставлення первісно нарахованої плати із сумою, визначеною за належним порядком розрахунку. Відомості мають дозволяти встановити підстави коригування щодо відповідної категорії споживачів і розрахункового періоду. Наведення підприємством лише загальної суми без розрахунків та підтвердних документів не дозволяє встановити повноту виконання рішення.

Оцінка документів про виконання рішення має враховувати юридичне значення кожного з них. Наказ підприємства засвідчує прийняття внутрішнього розпорядчого акта, розрахункова відомість — визначення відповідних сум, а дані особових рахунків і платіжних документів — їх фактичне врахування у розрахунках зі споживачами. Достатність цих доказів оцінюється у сукупності та стосовно конкретного зобов'язання. Видання наказу саме по собі не є тотожним проведенню передбаченого рішенням перерахунку.

Залежно від застосовного регулювання результат перерахунку може враховуватися шляхом зменшення заборгованості, зарахування в рахунок майбутніх платежів або в інший передбачений правовий спосіб. Вибраний підприємством спосіб повинен відповідати змісту рішення та правовим підставам перерахунку. Внутрішнє відображення суми в бухгалтерському обліку без належного коригування розрахунків зі споживачем не підтверджує виконання зобов'язання, якщо рішення вимагає здійснити такий перерахунок споживачеві.

Усунення наслідків порушення на виконання рішення органу Комітету необхідно відмежовувати від відшкодування шкоди. Стаття 55 Закону України «Про захист економічної конкуренції» передбачає право осіб, яким завдано шкоду порушенням, звернутися до суду із заявою про її відшкодування [1, ст. 55]. Обов'язок здійснити перерахунок виникає зі змісту відповідного рішення органу Комітету, тоді як вимога про відшкодування шкоди має окремі підстави та порядок розгляду. Ототожнення цих механізмів є юридично некоректним.

Межі контролю за виконанням рішення визначаються встановленими ним приписами. На цій стадії не можна довільно змінювати зміст зобов'язання, поширювати його на інші періоди чи правовідносини або підміняти перевірку виконання повторним вирішенням справи по суті. Водночас оцінка поданих документів має охоплювати всі істотні елементи зобов'язання, оскільки часткове вчинення передбачених рішенням дій не є його повним виконанням.

Невиконання рішення органу Комітету або виконання його не в повному обсязі має самостійне правове значення: така поведінка передбачена пунктом 4 статті 50 Закону України «Про захист економічної конкуренції» як порушення законодавства про захист економічної конкуренції [1, ст. 50]. При цьому висновок щодо відповідного порушення потребує встановлення належних правових і фактичних підстав. Зокрема, мають бути враховані зміст припису, строк його виконання, обсяг фактично вчинених дій та наявність обставин, які впливають на виконання рішення.

Отже, усунення наслідків зловживання монопольним (домінуючим) становищем на ринку постачання теплової енергії реалізується через належне

виконання відповідного рішення органу Антимонопольного комітету України. Правове значення має виконання встановленого ним зобов'язання в повному обсязі та у визначений строк. Якщо рішення передбачає проведення перерахунку плати, контроль за його виконанням повинен забезпечувати перевірку відповідності фактично проведених перерахунків припису рішення та їх документального підтвердження. Такий підхід забезпечує захист інтересів споживачів у межах повноважень органів Комітету.

Список літератури

1. Про захист економічної конкуренції : Закон України від 11.01.2001 № 2210-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2210-14#Text.

2. Про природні монополії : Закон України від 20.04.2000 № 1682-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1682-14#Text.

3. Про теплопостачання : Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ DAC8 ТА TRAVEL RULE В УКРАЇНІ: ПОДАТКОВА ПРОЗОРІСТЬ ОПЕРАЦІЙ З КРИПТОАКТИВАМИ

Жолтікова Єлизавета В'ячеславівна
курсант Військово-юридичного інституту
Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого
Україна, м.Харків

Актуальність теми. Ринок криптоактивів за останні роки перетворився на повноцінний сегмент фінансової системи, але його головна особливість для податкових органів – псевдонімність та транскордонний характер операцій. Власник активів може зберігати їх на платформі в одній країні, торгувати на біржі в іншій, а проживати в третій, і жодна з юрисдикцій не бачить повної картини його доходів. Саме тому Європейський Союз вибудовує систему, в якій інформація про такі операції збирається на рівні постачальників послуг і автоматично передається податковим адміністраціям. Її основу становлять Директива Ради (ЄС) 2023/2226 від 17.10.2023 р. (DAC8), яка доповнила Директиву 2011/16/ЄС про адміністративну співпрацю у сфері оподаткування [1], та Регламент (ЄС) 2023/1113 про інформацію, що супроводжує перекази коштів і певних криптоактивів, відомий як Travel Rule [3]. Для України це питання не абстрактне: по-перше, держава рухається до членства в ЄС і має узгоджувати своє законодавство з правом Союзу, по-друге, значна кількість українців, які отримали тимчасовий захист у країнах ЄС, користуються саме європейськими криптоплатформами.

Сутність DAC8. Директива запроваджує обов'язок для провайдерів послуг з криптоактивами (CASP) щодо щорічного повідомлення податковим органам про операції своїх клієнтів. За змістом вона відтворює Модельні правила звітності щодо криптоактивів (CARF), розроблені ОЕСР у 2022 р. [2]. Провайдер має встановити особу клієнта, його податкове резидентство та податковий ідентифікаційний номер, а потім передати дані про обміни, платежі та перекази. Держава-член, яка отримала звіт, автоматично пересилає його державі податкового резидентства користувача. Держави-члени мали прийняти відповідні норми до кінця 2025 р., а застосовувати їх – з 1 січня 2026 р., тож перші звіти за 2026 рік надійдуть у 2027 р. [1]. Таким чином, інформація про криптодоходи стає доступною податковим органам без жодних запитів з їхнього боку.

Сутність Travel Rule. Ця вимога виникла у сфері протидії відмиванню коштів і є складовою Рекомендацій ФАТФ, зокрема Рекомендацій 15 та 16 [4]. У праві ЄС вона закріплена Регламентом 2023/1113, що застосовується з 30 грудня 2024 р. одночасно з Регламентом про ринки криптоактивів (MiCA) [3; 5]. Згідно з ним, провайдер, який здійснює переказ, зобов'язаний передати провайдеру одержувача дані про відправника та отримувача, і це стосується переказів

незалежно від суми. Для переказів на власні (самостійно розміщені) гаманці понад 1000 євро провайдер повинен перевірити, що гаманець належить клієнтові або контролюється ним [3]. Хоча Travel Rule має іншу мету, ніж DAC8, на практиці ці два механізми доповнюють один одного: перший забезпечує ідентифікацію сторін у момент операції, а другий передає узагальнені дані податковим органам.

Стан імплементації в Україні. Закон України «Про віртуальні активи» № 2074-IX було ухвалено ще 17 лютого 2022 р., проте він не набрав чинності, оскільки для цього необхідно внести зміни до Податкового кодексу України [6; 7]. Такі зміни містить законопроєкт № 10225-д, який Верховна Рада підтримала за основу 3 вересня 2025 р. [8]. Він передбачає облік постачальників послуг, пов'язаних з віртуальними активами, у податкових органах, обов'язок подавати звітність, а також оподаткування доходів фізичних осіб за загальною ставкою 18 % ПДФО та 5 % військового збору з пільговою ставкою 5 % у 2026 р. для активів, придбаних до набрання чинності законом [8]. Штрафи за порушення планують застосовувати поетапно, зі зниженим коефіцієнтом 10 % у 2026 р. та 25 % у 2027–2029 рр. Експерти прямо називають ці положення першим кроком до запровадження CARF та імплементації DAC8. За відкритими даними на жовтень 2026 р. законопроєкт у другому читанні й в цілому ще не ухвалено. Водночас у жовтні 2026 р. Президент підписав закон про автоматичний обмін інформацією щодо доходів на цифрових платформах (№ 15111-д) [9], що показує готовність держави впроваджувати механізми податкової прозорості, схожі на європейські.

Ключові проблеми. По-перше, досі не визначено остаточно, який орган регулюватиме ринок і яким чином розподілятимуться повноваження між Національним банком України та НКЦПФР, а без регулятора не можна ні ліцензувати постачальників, ні перевіряти виконання вимог щодо звітності. По-друге, Travel Rule належить до сфери фінансового моніторингу, а DAC8 – до податкової, тому вимоги щодо збору даних про клієнтів потребують узгодження, інакше постачальники змушені будуть дублювати процедури ідентифікації. По-третє, для обміну даними з державами ЄС недостатньо внутрішнього закону: потрібна міжнародно-правова основа, тобто приєднання до багатосторонньої угоди компетентних органів щодо CARF. По-четверте, постає питання податкового резидентства: як і у випадку з українцями, які мають тимчасовий захист і перебувають за кордоном понад 183 дні, постачальник повідомлятиме дані до тієї держави, яку клієнт вкаже як державу резидентства, а українське законодавство не містить процедури виходу з українського податкового резидентства [7]. Це створює ризик як подвійного оподаткування, так і, навпаки, неоподаткування. Нарешті, збір великого масиву персональних даних вимагає надійного захисту інформації.

Висновки. Для досягнення податкової прозорості операцій з криптоактивами Україні доцільно, по-перше, завершити розгляд законопроєкту № 10225-д із чітким визначенням регулятора; по-друге, закріпити вимоги Travel Rule у національному законодавстві з фінансового моніторингу так, щоб вони узгоджувалися з даними, які збираються для податкової звітності; по-третє,

підготувати приєднання до CARF і відповідного механізму автоматичного обміну; по-четверте, врегулювати питання податкового резидентства фізичних осіб, зокрема тих, що виїхали за кордон внаслідок війни. Поетапне запровадження, яке вже закладено в законопроєкті, дозволить ринку адаптуватися, а державі – не створювати надмірного тиску на добросовісних користувачів.

Список літератури

1. Council Directive (EU) 2023/2226 of 17 October 2023 amending Directive 2011/16/EU on administrative cooperation in the field of taxation (DAC8). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2226/oj

2. OECD. Crypto-Asset Reporting Framework and Amendments to the Common Reporting Standard. Paris: OECD Publishing, 2022. URL: https://www.oecd.org/tax/exchange-of-tax-information/crypto-asset-reporting-framework-and-amendments-to-the-common-reporting-standard.htm

3. Regulation (EU) 2023/1113 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on information accompanying transfers of funds and certain crypto-assets. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1113/oj

4. FATF. International Standards on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism & Proliferation: The FATF Recommendations (Recommendations 15 and 16). URL: https://www.fatf-gafi.org/

5. Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets (MiCA). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1114/oj

6. Про віртуальні активи: Закон України від 17.02.2022 № 2074-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20

7. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 № 2755-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text

8. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо врегулювання обігу віртуальних активів в Україні: проєкт Закону № 10225-д. URL: https://itd.rada.gov.ua/

9. Зеленський підписав податкові закони, необхідні для отримання траншів від ЄС і МВФ. Forbes Ukraine. 23.10.2026. URL: https://forbes.ua/news/zelenskii-pidpisav-zakoni-pro-cifrovi-platformi-ta-posilki-neobxidni-dlia-otrimannia-transiv-jes-i-mvf-23102026-43209

ОСОБИСТІ НЕМАЙНОВІ ПРАВА ФІЗИЧНИХ ОСІБ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ЗАХИСТУ

Парасюк Василь Михайлович
кандидат юридичних наук, доцент, доцент кафедри
загальноправових дисциплін факультету № 1
(з підготовки фахівців для органів досудового
розслідування Національної поліції України)
Львівського державного університету внутрішніх справ

Ходоровська Христина Валеріївна
здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
факультету № 1 (з підготовки фахівців для органів досудового
розслідування Національної поліції України)
Львівського державного університету внутрішніх справ

Особисті немайнові права належать до найважливіших цивільних прав людини, а їх порушення, особливо в цифровому середовищі, може відбуватися швидко та спричиняти значні особисті й соціальні наслідки. Водночас захист цих прав має особливості порівняно із захистом майнових прав: відсутність економічного змісту, тісний зв'язок із фізичною особою, абсолютний характер, поєднання відновлювальних і компенсаційних способів захисту, диференціація правових режимів залежно від порушеного права та складність доказування. З'ясування цих особливостей має практичне значення для визначення належного й ефективного способу цивільно-правового захисту.

Правові трансформації поняття та ознак особистих немайнових прав в умовах цифровізації проаналізувала М. Менджул. Цивільно-правовий захист цих прав у зв'язку з поширенням діпфейків розглянуто в дослідженні М. Парасюк, а захист честі, гідності й ділової репутації від дифамації в соціальних мережах – у праці А. Громовича. Водночас актуальною залишається проблема системного розмежування способів захисту різних особистих немайнових прав з урахуванням змісту відповідного нематеріального блага, характеру протиправного втручання, особливостей доказування та юридичних наслідків порушення.

Відповідно до ст. 269 Цивільного кодексу України (далі – ЦК України) особисті немайнові права належать кожній фізичній особі від народження або за законом, не мають економічного змісту та тісно пов'язані з нею. Фізична особа не може відмовитися від таких прав або бути позбавленою їх, а особистими немайновими правами вона володіє довічно. Перелік цих прав, наведений у ст. 270 ЦК України, не є вичерпним [1]. Як зазначає М. Менджул, ключовою рисою особистого немайнового права є його тісний зв'язок із відповідним нематеріальним благом [2, с. 217]. Абсолютний характер таких прав означає, що невизначене коло осіб зобов'язане утримуватися від неправомірного втручання

у сферу відповідних нематеріальних благ. Водночас право на захист охоплює можливість вимагати припинення порушення, усунення його наслідків або запобігання загрозі порушення.

Загальні засади захисту особистих немайнових прав визначено у ст. 275 ЦК України. Фізична особа має право на захист від протиправних посягань способами, передбаченими главою 3 ЦК України, а також іншими способами, що відповідають змісту порушеного права, способу його порушення та наслідкам [1]. До відповідних засобів належать поновлення порушеного права (ст. 276), право на відповідь і спростування недостовірної інформації (ст. 277), заборона поширення інформації, якою порушуються особисті немайнові права, у передбачених законом випадках (ст. 278), а також відшкодування майнової та моральної шкоди (ст. 280, 22, 23) [1]. Отже, вибір способу захисту має визначатися не лише фактом порушення, а й природою конкретного права та юридичним результатом, якого необхідно досягти.

Першою особливістю є диференціація правових режимів захисту залежно від змісту порушеного особистого немайнового права. У постанові від 29.05.2024 Верховний Суд наголосив на необхідності розмежування спорів щодо захисту честі, гідності та ділової репутації шляхом спростування недостовірної інформації та спорів щодо захисту інших особистих немайнових прав, зокрема передбачених ст. 270 ЦК України [3]. У спорах, пов'язаних із правом на ім'я, правова оцінка має здійснюватися з урахуванням змісту ст. 294 і 296 ЦК України, характеру використання імені та обставин конкретної справи. Зокрема, ч. 2 ст. 296 ЦК України встановлює спеціальні правила використання імені фізичної особи як персонажа літературних та інших творів, крім творів документального характеру. Тому відповідні спори потребують установлення конкретних обставин використання імені, а не механічного застосування правил про спростування недостовірної інформації [1].

Натомість у спорах про захист честі, гідності та ділової репутації істотне значення мають установлення факту поширення інформації, її належності до позивача, змісту спірних відомостей і відповідності їх дійсності. Важливим є також розмежування фактичних тверджень та оціночних суджень, оскільки останні за загальним правилом не підлягають спростуванню як недостовірна інформація [4, с. 113]. Таким чином, правова кваліфікація порушення визначає не лише предмет доказування, а й можливий результат судового захисту.

Специфіка способів захисту виявляється також у межах повноважень суду. У постанові від 13.03.2024 Верховний Суд, за наведеним у дослідженні формулюванням, зазначив, що суд не вправі зобов'язувати відповідача вибачатися перед позивачем у певній формі, оскільки примусове вибачення не передбачене ст. 16 і 277 ЦК України [5]. Цей підхід відображає необхідність дотримання принципу належного способу захисту: позовна вимога має відповідати закону, змісту порушеного права та характеру спірних правовідносин. Водночас питання про спростування інформації повинно вирішуватися з урахуванням установлених судом обставин і наявності правових підстав для такого способу захисту.

Другою особливістю є складність доказування порушення особистих немайнових прав у цифровому середовищі. Вона зумовлена можливістю анонімного поширення інформації, швидкою зміною або видаленням цифрового контенту та труднощами встановлення особи, яка його оприлюднила. Як зазначає А. Громович, установлення належного відповідача в таких справах є проблемним [4, с. 118]. Проте доказування не обмежується ідентифікацією власника облікового запису. Важливими є також установлення змісту спірної інформації, часу її поширення, доступності для інших осіб і зв'язку відповідних дій із конкретним суб'єктом.

У таких спорах особливого значення набувають своєчасна фіксація вебсторінок, збереження електронного листування та інших цифрових даних, а також дотримання процесуальних вимог щодо подання й оцінювання електронних доказів. Саме по собі зображення екрана не завжди дає змогу беззаперечно встановити автора публікації або достовірність зафіксованих обставин. Тому належне обґрунтування позовних вимог потребує сукупності доказів, оцінених судом з урахуванням їх належності, допустимості, достовірності та взаємного зв'язку.

Третьою особливістю є необхідність своєчасного припинення порушення або запобігання його подальшому поширенню. У цифровому середовищі ця потреба особливо актуальна у випадках поширення діпфейків, неправомірного використання зображення фізичної особи або оприлюднення інформації, що втручається в її приватне життя. У дослідженні М. Парасюк діпфейк розглянуто як явище, що створює додаткові ризики для цивільно-правової охорони нематеріальних благ [6, с. 369]. За наявності передбачених процесуальним законом підстав особа може ініціювати застосування заходів забезпечення позову, спрямованих на збереження ефективності майбутнього судового захисту. Відповідні заходи мають бути співмірними із заявленими вимогами та пов'язаними з предметом спору. Їх застосування не є автоматичним: необхідність і допустимість конкретного заходу визначаються з урахуванням обставин справи та вимог процесуального законодавства. Остаточне видалення контенту, заборона його поширення чи інший спосіб поновлення порушеного права мають бути належно обґрунтовані й відповідати характеру порушення.

Окремого значення набуває відшкодування моральної шкоди. Відповідно до статей 23 і 280 ЦК України порушення особистого немайнового права за наявності встановлених законом підстав може бути підставою для її відшкодування [1]. Визначаючи розмір компенсації, суд повинен ураховувати характер правопорушення, характер і обсяг моральних страждань, інші юридично значущі обставини, а також вимоги розумності та справедливості. Отже, обґрунтування відповідної позовної вимоги має спиратися на конкретні обставини порушення та його наслідки для потерпілої особи.

Отже, особливості захисту особистих немайнових прав фізичної особи визначаються не лише їх невідчужуваним характером і відсутністю економічного змісту, а й необхідністю врахування специфіки кожного нематеріального блага. Ефективність такого захисту доцільно оцінювати за

трьома взаємопов’язаними критеріями: відповідністю обраного способу захисту змісту порушеного права; можливістю належного встановлення факту порушення та особи порушника; здатністю застосованого заходу припинити порушення, поновити право або компенсувати завдану шкоду. У цифровому середовищі особливого значення набувають своєчасна фіксація електронних доказів і застосування співмірних процесуальних заходів. Такий підхід дає змогу розглядати захист особистих немайнових прав не як механічне застосування загальних цивільно-правових засобів, а як диференційований механізм, що враховує природу конкретного права, характер порушення та необхідний юридичний результат.

Список літератури

1. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.2003 № 435-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text.
2. Менджул М. В. Правові трансформації поняття та сутнісних ознак особистих немайнових прав в умовах цифровізації. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право.* 2023. Вип. 79, ч. 1. С. 215–220. DOI: https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.79.1.37.
3. Постанова Верховного Суду у складі колегії суддів Першої судової палати Касаційного цивільного суду від 29.05.2024. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/119419654.
4. Громович А. Дифамація в соціальних мережах: захист честі, гідності й ділової репутації в цивільному судочинстві. *Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ.* 2026. Спец. вип. С. 109–122. DOI: https://doi.org/10.32631/v.2026.Spec.Iss.08.
5. Постанова Верховного Суду у складі колегії суддів Першої судової палати Касаційного цивільного суду від 13.03.2024. URL: https://iplex.com.ua/doc.php?regnum=117788727
6. Парасюк М. В. Цивільно-правовий захист особистих немайнових прав у зв’язку з поширенням діпфейків. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право.* 2026. Вип. 94, ч. 1. С. 367–374. DOI: https://doi.org/10.24144/2307-3322.2026.94.1.49.

ORGANIZATION OF HIGHLY SPECIALIZED MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH ACUTE AORTIC SYNDROME: SYSTEMIC MANAGEMENT, REGIONALIZATION, AND REFERRAL IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Kuatbayev Y.M.
Almaty, Kazakhstan

Rashidova S.
Almaty, Kazakhstan

Abstract

This paper examines the healthcare system for providing specialized medical care to patients with acute aortic syndrome through the lens of strategic and operational management in the Republic of Kazakhstan. Acute aortic syndrome represents a group of life-threatening emergency conditions with high mortality rates, where optimizing medical workflows and transport logistics serves as a critical factor for patient survival. Based on international standards and the geographic specificities of Kazakhstan, a regionalized "Hub-and-Spoke" network model is established to define clear hospital roles and integrate air ambulance services. The authors detail the Acute Aortic Syndrome fast-track protocol to eliminate emergency room delays, outline the cross-functional Multidisciplinary Aortic Team structure, define key metrics for system performance, and propose digital tools—such as cloud-based image sharing and a national patient registry—to ensure continuous, high-quality care across the entire treatment lifecycle.

Keywords: Healthcare management, acute aortic syndrome, healthcare in Kazakhstan, operational management in healthcare, logistics management in healthcare

Acute aortic syndrome (AAS) is a group of life-threatening conditions characterized by a sudden rupture of the aortic wall, the largest blood vessel in the human body. The main danger of AAS lies in the extremely rapid development of severe and potentially fatal complications. For example, in the most severe form—Type A aortic dissection—without emergency surgical intervention, the mortality rate increases by 1–2% every hour during the first two days after the onset of the first symptoms. In Kazakhstan, with its vast territory and low population density, the key factor in saving lives is a well-planned organization of medical care: rapid initial diagnosis, efficient transportation logistics, and coordinated actions by specialists at every stage.

A key aspect of effective medical care for this condition is, first and foremost, well-organized logistics. How much do we know about logistics in aortic syndrome? We

often limit this concept to the idea of transportation, but in reality, it is a broader term. The essence of logistics lies in optimizing parallel processes: reducing the time required for diagnosis, preoperative preparation, selecting the optimal surgical treatment, and developing a patient routing plan.

In the Republic of Kazakhstan, the organizational challenges facing primary healthcare management are determined by the country's geospatial characteristics: its vast territory, low population density, and the significant distance between regional healthcare organizations and specialized centers for high-tech medical care (HTMC). The primary goal of clinical management is to minimize the time interval between the detection of a pathology at the primary care level and the provision of specialized surgical or interventional treatment.

Acute aortic syndrome comprises three main clinical and morphological forms of the condition, each of which has its own characteristics and requires a specific treatment approach:

 Acute aortic Syndrome: This accounts for 70% to 80% of all cases of acute aortic syndrome. The condition is characterized by a tear in the inner layer of the vessel and the penetration of blood into the middle layer, forming a second ("false") channel for blood flow. The primary goal of management for type A dissection is to perform emergency open-heart surgery, whereas for type B, the main focus shifts to medical management of blood pressure or the performance of a minimally invasive endovascular procedure.

 Intramural hematoma (IMH): accounts for 10% to 25% of aortic dissection cases and involves bleeding into the aortic wall without an apparent primary tear in its inner layer. Treatment strategies range from emergency surgery to strict dynamic monitoring with intensive care, depending on the location of the hematoma.

 Penetrating atherosclerotic ulcer (PAU): occurs in 5–10% of cases and results from deep ulceration of an atherosclerotic plaque, which can lead to perforation of the vessel wall and rupture. The primary treatment approach includes strict blood pressure control, and in cases of impending rupture or persistent pain, the placement of a specialized stent graft [1].

International clinical experience shows that performing complex surgeries on the thoracic aorta in ordinary regional or city hospitals with a low volume of such procedures is associated with high mortality rates. To address this problem, the "hub-and-spoke" network system is used worldwide and in Kazakhstan.

To optimize care delivery in the Republic of Kazakhstan, a regionalized "Hub-and-Spoke" model is applied, balancing access and quality of high-tech care (table 1).

Table 1. Functional Hierarchy and Operational Objectives of the Regionalized Networked Model

Network Level / Entity	Healthcare Organizations	Operational & Managerial Objectives
"Spoke" Level Entities	District and municipal multidisciplinary hospitals, inter-district centers	Rapid CTA diagnostics, protocolized hemodynamic stabilization, primary routing, and immediate case escalation
Logistics Operator	Republican Center for Health Air Ambulance Coordination (Air Ambulance Service)	Strategic management of inter-facility patient flows, 24/7 air transport, maintenance of continuous resuscitation care
"Hub" Level Entities	UMC Heart Center in Astana, City Cardiology Center in Almaty, regional cardiology centers	Concentration of high-level expertise, 24/7 hybrid OR readiness, and execution of complex reconstruction procedures
1	2	3
Contained by author based on source [2]		

Table 1 outlines the operational division of labor essential for managing time-critical cardiovascular emergencies across large geographic territories. At the "Spoke" level, district and municipal hospitals act as the initial triage layer. Their operational mandate is strict diagnostic throughput—achieving rapid computed tomography angiography (CTA), initiating pharmacological stabilization, and transferring patient data. The management objective at this level is eliminating diagnostic delay rather than attempting definitive treatment.

The logistics layer, represented by the Republican Center for Health Air Ambulance Coordination, functions as the operational bridge between remote regions and tertiary centers. By deploying mobile ICU-equipped aircraft, this layer converts geographical distance into a managed transport window, maintaining continuous hemodynamic support during transit. At the "Hub" level, highly specialized institutes—such as the UMC Heart Center in Astana, City Cardiology Center in Almaty, and major regional cardiology centers—concentrate surgical expertise and infrastructure. Operating as "Hubs," these facilities maintain 24/7 hybrid OR readiness and high surgical volumes, which directly correlates with reduced perioperative mortality.

From an organizational standpoint, a Multidisciplinary Aortic Team operates as a flexible, cross-functional group that removes traditional departmental boundaries and speeds up clinical decisions. Having open cardiac surgeons and minimally invasive

endovascular specialists evaluate a case together eliminates internal delays and helps determine the best treatment approach, such as combining open surgery with internal stent placement.

At the same time, cardiac anesthesiologists and imaging specialists provide real-time risk assessments—evaluating blood flow to vital organs, planning brain protection during surgery, and measuring the exact size of internal artery repairs using three-dimensional image reconstructions. Leading these experts is an aortic program coordinator, who acts as the operational manager for the patient's care pathway. The coordinator manages logistical details, tracks intensive care bed availability, overseas surgical supplies, and monitors overall system quality metrics [3].

Acute Aortic Syndrome protocol is an emergency operational pathway activated through a single contact point. When a case of acute aortic syndrome is confirmed, a series of preparation steps happen at once: team members are notified, a hybrid operating room is reserved, and blood bank reserves are prepared. A key principle of this streamlined approach is bypassing the emergency room entirely. Patients arriving by air ambulance or land transport are taken directly into the operating room, reducing pre-surgery waiting times and helping lower hospital mortality rates from around 25 % down to 10 % [4].

When an acute tear affects the main ascending section of the aorta near the heart, immediate surgery is required to prevent fatal bleeding or cardiac failure. The choice of surgical method balances immediate operative risks with long-term health benefits: for older or frail patients, the priority is keeping time on the heart-lung machine as short as possible by replacing only the damaged section of the main artery. For younger patients or those with hereditary connective tissue conditions, a more extensive reconstruction of the aortic arch using a hybrid stent device is performed to create a stable foundation for the future and prevent further arterial tearing downstream [5].

Management decisions for tears located further down the descending aorta depend on whether the patient has severe complications. Complicated cases involving loss of blood flow to internal organs or rapid artery expansion require urgent minimally invasive stent-graft repair, which relies on strong inventory management to keep various stent sizes stocked at central hospitals. Uncomplicated cases are primarily managed with medication in the intensive care unit, though preventative stent procedures are scheduled within two to twelve weeks for patients with high-risk anatomical features to encourage healthy artery healing while avoiding the risks of emergency surgery.

Care for these patients continues long after hospital discharge. Structured follow-up imaging (using computed tomography or magnetic resonance imaging at regular intervals up to one year and annually thereafter) is coordinated through automated reminder systems to catch long-term arterial weakness early. Additionally, genetic testing for patients under 60 years old helps identify inherited connective tissue risks, allowing family members to be screened before emergencies occur. System performance is monitored through key management metrics: speed of diagnosis and room transfer, full compliance with air ambulance transport standards, low 30-day hospital mortality, and high long-term follow-up rates [6].

Optimizing specialized medical care for patients with acute aortic syndrome in the Republic of Kazakhstan requires shifting from fragmented local responses to a unified, centralized healthcare delivery network. Overcoming long geographic distances and high emergency mortality rates depends not only on individual surgical skills, but on reorganizing the entire operational process from first contact to recovery.

Implementing a regionalized "Hub-and-Spoke" network supported by clear legal routing rules establishes a transparent operational structure connecting local diagnostic hospitals, air ambulance services, and major surgical centers. Furthermore, adopting standardized Acute Aortic Syndrome emergency protocols and cross-functional expert teams removes departmental delays, allowing direct transfers to operating rooms that compress wait times and save lives.

Ultimately, building long-term value in emergency cardiovascular care relies on digital integration and ongoing prevention. Establishing a national cloud-based image-sharing system alongside a unified national patient registry for post-treatment monitoring and genetic screening will transition the healthcare system of Kazakhstan from reactive emergency management to a proactive, highly efficient care network.

References

1. Bossone, E., LaBounty, T. M., & Nienaber, C. A. (2021). Acute aortic syndromes: Diagnosis and management. *European Heart Journal*, 42(10), 998–1011. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa1012

2. Czerny, M., Pacini, D., Aboyans, V., Al-Attar, N., Eggebrecht, H., Evangelista, A., Falk, V., Grabenwöger, M., Mastroroberto, P., & Nienaber, C. A. (2024). 2024 EACTS/STS guidelines for the diagnosis and management of acute aortic syndromes. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 65(2), ezae025. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezae025

3. Evangelista, A., Isselbacher, E. M., Bossone, E., Gleason, T. G., Eicker, B. M., Das, K. M., Di Eusanio, M., Pyeritz, R. E., Braverman, A. C., & Nienaber, C. A. (2020). Twenty-year experience from the International Registry of Acute Aortic Dissection: Modern outcomes and ongoing challenges. *Circulation*, 141(22), 1746–1757. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043264

4. Holia, R., Patel, R., & Clough, R. E. (2026). The aortic window: A temporal framework and operational care pathway for acute type A aortic dissection. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 15(4), 45–58. https://doi.org/10.21037/acs-2026-0253

5. Isselbacher, E. M., Preventza, O., Black, J. H., Augoustides, J. G., Beck, A. W., Bolen, M. A., Braverman, A. C., Bray, B. E., Browne, M. M., & Eicher, J. D. (2022). 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of aortic disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 80(24), e223–e393. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.004

6. National Health Service England. (2022). *Acute aortic dissection toolkit: Principles for national quality improvement and regionalized emergency care pathways*. NHS England Clinical Governance Framework.

MODERNIZING THE ORGANIZATIONAL FRAMEWORK OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY: CHALLENGES AND DEVELOPMENT PATHS

Mishchenko I.
PhD in Economics, Associate Professor of the Department
of Administrative Management and Foreign Economic Activity
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Mikhailovsky A.
Student
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Relevance of the research. In an economy shaped by globalisation, intensifying international competition and frequent shifts in the geopolitical environment, the way an enterprise organises the management of its foreign economic activity (FEA) has become one of the decisive conditions of its competitiveness abroad. An organisational structure that was adequate to a company's export volumes and markets a few years ago may already constrain its ability to react to new trade barriers, logistical disruptions or the emergence of digital sales channels. For Ukrainian exporters in particular, the need to redirect traditional trade routes, diversify destination markets and comply with the evolving requirements of trading partners has made the question of a flexible, well-designed FEA management structure more pressing than ever. The adequacy of this structure determines not only the efficiency of individual export operations, but also the enterprise's capacity for sustainable international development, which substantiates the relevance of the chosen topic.

Purpose of the research is to systematise the theoretical foundations of the organisational structure of FEA management at an enterprise, to identify the factors that shape its configuration, to compare the principal organisational forms used in practice, and to substantiate the main directions of their further development, illustrated by the experience of a Ukrainian vertically integrated exporter.

Essence of the organisational structure of FEA management. The organisational structure of foreign economic activity management can be defined as the system of governing bodies, functional services and personnel through which an enterprise plans, organises, coordinates and controls its foreign economic operations. It expresses how management functions, powers and responsibilities are distributed among structural units and employees engaged in international business. As with any management structure, it is built along two dimensions: horizontal links between units performing comparable functions, and vertical levels of subordination between them. Being an integral part of the enterprise's overall management system, the FEA structure is shaped jointly by the general corporate strategy and by the specific strategy the enterprise

pursues in foreign markets; a mismatch between the two tends to produce duplicated functions, slow decision-making and, ultimately, a loss of competitive position abroad.

Factors shaping the organisational structure. The configuration that a particular enterprise adopts is determined by the combined effect of several factors:

– the scale of the enterprise, since larger companies tend to build more branched structures with narrowly specialised divisions;

– the volume and regularity of foreign operations, which differ substantially between occasional export shipments and systematic, multi-directional foreign trade;

– the breadth and technical complexity of the product range, a wider assortment generally requiring a more elaborate management structure;

– the specific characteristics of target markets and the intensity of competition faced there;

– the chosen mode of market entry — direct export, cooperation with intermediaries, or the establishment of foreign subsidiaries;

– the enterprise's strategic objectives with respect to international expansion and profit growth.

Table 1

Comparison of the principal organisational forms of FEA management at an enterprise

Criterion	Department of foreign economic relations (DFER)	Foreign trade firm
Organisational status	Structural subdivision within the enterprise's management apparatus, without a separate legal status	More autonomous unit, usually with its own charter, director and budget
Degree of autonomy	Low — decisions are embedded in the enterprise's single internal management system	Higher — the firm plans and executes foreign trade transactions largely on its own
Core tasks	Participation in FEA strategy formation, export-potential development, market monitoring, organisation of export-import operations	Planning and regulating foreign trade transactions, growing export volumes, studying competitors, after-sales service
Typical sub-units	Commercial, economic, marketing, scientific-technical and protocol sectors	Marketing service and operational-commercial service, supported by planning, currency, accounting and legal units
Best suited to	Enterprises for which FEA is one of several business lines and does not yet justify a separate legal entity	Enterprises with large, stable and diversified foreign trade turnover

Compiled by the authors based on [1; 4].

In practice, enterprises rarely choose between these two forms once and for all: as foreign operations expand, a department of foreign economic relations is often transformed, step by step, into a more autonomous foreign trade firm, or complemented by specialised export subsidiaries in key markets.

Directions for the development and optimisation of the organisational structure. The organisational structure of FEA management cannot remain static: the links of the chain "external environment — strategy — structure" are interdependent, and a structure that no longer corresponds to the enterprise's strategy or to the state of the external environment threatens the sustainability of its international operations. The scientific approach to designing such a structure requires taking into account both general principles of organisational design and the industry-specific conditions of the enterprise; in practice, companies typically start from a highly centralised model and move toward a measured decentralisation as their international activity matures.

Based on the review of current approaches, the following directions for optimising the organisational structure of FEA management can be substantiated:

– improving export management through systematic monitoring of the decision-making process, clearer planning procedures, and a precise distribution of responsibilities and coordination mechanisms between departments;

– developing management accounting and internal control to structure product and raw-material data and to track the technological route of export-oriented production;

– optimising the use of capital, technical, technological, labour, marketing and information resources allocated to foreign operations;

– strengthening the analysis of foreign consumer demand and inventory management through systematic monitoring of competitors' offerings and of shifting consumer preferences abroad;

– regular evaluation of FEA effectiveness through internal control procedures and key performance indicators specific to export operations;

– the digital transformation of FEA management itself — the integration of ERP and CRM systems with customs and logistics data, the use of B2B e-commerce platforms for market entry, and data analytics for continuous monitoring of foreign market conditions, which increasingly complements the traditional functional sectors described above rather than replacing them[2, 3, 4].

To make these directions operational, an enterprise needs a coherent foreign economic strategy, built with the help of SWOT analysis to identify internal strengths and weaknesses, and portfolio tools such as the BCG, GE/McKinsey, ADL or Shell/DPM matrices to assess the relative attractiveness of alternative foreign markets. Such a strategy should jointly account for external and internal factors of influence — suppliers, competitors, consumers and the enterprise's own product range — so that entry into new markets is planned rather than opportunistic [3; 4].

Illustrative practical example. The experience of one of Ukraine's largest vertically integrated agro-industrial exporters, illustrates how organisational design affects the management of foreign operations. By controlling consecutive stages of the production and sales chain — from feed and raw-material supply to processing, logistics and direct sales in destination markets — the company is able to respond to external shocks more

coherently than would be possible through a loosely coordinated set of separate trading intermediaries. A clear functional separation of responsibilities between structural units supports this coordination, although, as is typical for large vertically integrated exporters more broadly, it also increases the importance of inter-departmental communication and of flexible, timely management decisions when market conditions change rapidly [5].

Conclusions. The organisational structure of FEA management is the system of governing bodies and functional services through which an enterprise plans, coordinates and controls its foreign economic operations; it is shaped jointly by the enterprise's overall strategy and by the strategy it pursues specifically in foreign markets.

Its configuration depends on the enterprise's size, the volume and regularity of its foreign operations, the complexity of its product range, the characteristics of target markets, the chosen mode of market entry and its strategic objectives abroad.

The department of foreign economic relations and the foreign trade firm represent two organisational forms positioned along a continuum of autonomy; enterprises tend to move from the former toward the latter as their foreign trade turnover grows and diversifies.

Optimisation of the organisational structure should combine improvements to planning, management accounting, resource allocation and performance evaluation with the deliberate digital transformation of FEA management — integrating ERP/CRM systems, e-commerce channels and market-monitoring analytics into the existing functional sectors.

The example of a vertically integrated exporter such as MHP confirms that structural coherence across the production-to-sales chain strengthens an enterprise's ability to withstand external shocks, while also highlighting inter-departmental coordination as a recurring challenge that further research should address.

References

1. Melnyk L.G. Innovation Management: Process Approach. — Sumy: University Book, 2022.

2. Krush P.V. Organizational structure of management of foreign economic policy of Ukrainian enterprises. Modern Problems of Economy and Entrepreneurship. 2014.

3. Anti-crisis directions of development of post-war entrepreneurship in Ukraine. Economic Sciences, 2024, №. 3.

4. Polyakova Ya.O. Management of Foreign Economic Activity. Kharkiv: Kharkiv National University of Economics, 2018.

5. Mishchenko I.A. System of ecological management of rural territories. Investytsiyi: Praktyka ta Dosvid. 2016. No. 12. P. 35–37.

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Чала Христина Максимівна
студентка 2 курсу, група МО-2-1
Національний транспортний університет

Ігнатюк Вікторія Василівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту
Національний транспортний університет

Автотранспортні підприємства (АТП) працюють в умовах високої конкуренції, нестабільного попиту, зростання вартості пального й запчастин, дефіциту водіїв, посилення вимог до безпеки руху та екологічності, а також цифровізації перевезень. За таких умов організаційна структура перестає бути формальною схемою підпорядкування і стає інструментом, що визначає швидкість ухвалення рішень, рівень витрат і якість транспортного сервісу. На практиці недоліки структури проявляються у дублюванні функцій, розмитій відповідальності між експлуатаційною, технічною та комерційною службами, перевантаженні керівників і затримках передачі інформації від диспетчера до водія та клієнта.

Теоретичні засади проєктування структур закладено класиками теорії організації, а сучасні підходи до взаємозв'язку структури, стратегії, технологій і середовища узагальнено у [1]. Питання управління розвитком та організаційно-економічних механізмів підприємств, зокрема транспортних, досліджували вітчизняні автори [2–4]. Водночас більшість досліджень мають універсальний характер і недостатньо враховують специфіку автотранспорту: територіальну розосередженість рухомого складу, нерівномірність завантаження, поєднання транспортної та виробничо-технічної діяльності, регуляторні вимоги до перевізників. Бракує й чіткої послідовності дій, яку менеджер АТП міг би застосувати для формування або перебудови структури. Метою тез є обґрунтування такої послідовності та уточнення критеріїв оцінювання її ефективності.

Формування ефективної організаційної структури АТП доцільно здійснювати як послідовний процес із семи взаємопов'язаних етапів, кожен з яких має власні завдання, методи та результат.

Етап 1. Діагностика середовища та поточного стану підприємства. Мета етапу – з'ясувати, за яких умов проєктується структура. Аналізують зовнішні чинники (ринок вантажних і пасажирських перевезень, вимоги замовників, регуляторні обмеження, дії конкурентів) і внутрішні (розмір та склад парку, види перевезень, географію маршрутів, кваліфікацію персоналу, наявність виробничої

бази). Застосовують PEST- і SWOT-аналіз, опитування керівників, аналіз документообігу та навантаження посадових осіб. Результатом є перелік проблем чинної структури: дублювання функцій, «вузькі місця», конфлікти повноважень.

Етап 2. Визначення стратегії та цілей. Відповідно до класичного положення теорії організації, структура має слідувати за стратегією [1]. Якщо АТП обирає стратегію лідерства за витратами (масові вантажні перевезення), доцільна більш централізована функціональна структура з акцентом на контроль собівартості та використання парку. Якщо стратегія диференціації (логістичні послуги, спеціалізовані вантажі, мультимодальні перевезення) – потрібні більша гнучкість, орієнтація на клієнта та проєктні команди. Цілі формулюють у вимірних показниках (частка ринку, коефіцієнт технічної готовності, своєчасність доставки, рентабельність), які надалі стають критеріями оцінки структури.

Етап 3. Виділення ключових бізнес-процесів і функцій. Структуру слід будувати від процесів, а не від посад. Виокремлюють основні процеси (планування й організація перевезень, диспетчерське управління, експлуатація рухомого складу, технічне обслуговування і ремонт), допоміжні (постачання пального та запчастин, облік, кадрове забезпечення, ІТ) і процеси управління (стратегічне планування, контроль, забезпечення безпеки руху). Для кожного процесу визначають власника, вхідні та вихідні дані, взаємодію з іншими процесами. Це дає змогу уникнути розпорошення однієї функції між кількома підрозділами.

Етап 4. Вибір типу організаційної структури. Вибір залежить від масштабу підприємства, спектра послуг і територіальної розосередженості; важливо, щоб параметри структури були узгоджені між собою та з ситуаційними чинниками [1]. Для малих і середніх АТП зі стабільним попитом, як правило, достатньо лінійно-функціональної структури; для великих підприємств з філіями або кількома напрямами бізнесу доцільна дивізіональна; для логістичних проєктів під окремих клієнтів ефективні елементи матричної структури; за високого рівня цифровізації можлива процесна модель (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняння типів організаційних структур для АТП

Тип структури	Переваги	Обмеження
Лінійно-функціональна	Чітке підпорядкування, простота контролю, спеціалізація служб	Повільна міжфункціональна взаємодія, перевантаження керівника
Дивізіональна (за послугами або територіями)	Орієнтація на ринок чи регіон, самостійність філій, прозорість результатів	Дублювання функцій, зростання адміністративних витрат
Матрична	Гнучкість, ефективне використання фахівців у проєктах	Подвійне підпорядкування, конфлікти повноважень
Процесна	Орієнтація на клієнта та кінцевий результат, швидкість рішень	Складність впровадження, потреба в розвиненій ІТ-інфраструктурі

Джерело: складено автором на основі [1]

Етап 5. Формування підрозділів, розподіл повноважень і відповідальності. Функції групують у підрозділи: експлуатаційна служба (диспетчерська, колони чи бригади водіїв), технічна служба (технічне обслуговування, ремонт, відділ технічного контролю), комерційна або логістична служба (пошук замовлень, тарифна політика, робота з клієнтами), служба безпеки руху й охорони праці, фінансово-економічна та кадрова служби. Визначають норму керованості, тобто кількість працівників, безпосередньо підпорядкованих одному керівникові: як орієнтир, вона менша для керівників вищої ланки і більша там, де праця типова (наприклад, керівник колони водіїв). Розмежовують лінійні та штабні повноваження, закріплюють принцип єдиноначальності, встановлюють межі делегування, щоб кожне рішення ухвалював той, хто має для цього інформацію та відповідальність.

Етап 6. Регламентація та інформаційно-технічне забезпечення. Розробляють положення про підрозділи, посадові інструкції, штатний розпис, матрицю відповідальності та регламенти взаємодії диспетчера, механіка й менеджера з клієнтами. Документи мають враховувати вимоги законодавства до діяльності автомобільних перевізників. Структуру підтримують системи GPS-моніторингу, телематики, електронного документообігу та управління перевезеннями (TMS): вони скорочують кількість проміжних ланок, пришвидшують передачу інформації й дають об’єктивні дані для контролю [2]. Дослідження цифровізації автомобільних підприємств показують, що впровадження цифрових технологій підвищує організаційну та операційну ефективність, але вимагає різних управлінських підходів залежно від виду діяльності [5]. На практиці АТП часто не мають спеціалізованих підрозділів чи посад для підтримки цифрових процесів, тому структуру слід адаптувати й під них [6]. Систему мотивації та KPI підрозділів узгоджують із цілями, визначеними на другому етапі.

Етап 7. Упровадження, оцінювання ефективності та коригування. Впроваджувати структуру доцільно поступово: спершу в пілотному підрозділі, з навчанням персоналу та роз’ясненням змін, щоб знизити опір. Ефективність оцінюють за системою показників: економічних (собівартість 1 ткм, частка адміністративно-управлінських витрат, рентабельність), виробничих (коефіцієнти технічної готовності та використання парку, порожній пробіг, виконання графіків), організаційних (кількість рівнів ієрархії, норма керованості, час ухвалення рішень, плинність кадрів) і клієнтських (своєчасність доставки, кількість рекламацій). Структуру переглядають щонайменше раз на рік та у разі суттєвих змін стратегії чи ринку, адже вона має бути динамічною.

Список літератури

1. Daft R. L. Organization Theory and Design. 13th ed. Boston : Cengage Learning, 2021. ISBN 978-0-357-44514-3.

2. Сімкова Т. О. Управління розвитком автотранспортних підприємств у контексті визначення складових механізму формування стратегічних напрямків

в умовах гарантування економічної безпеки. Економічний вісник Дніпровської політехніки. 2025. № 1. С. 137–147. DOI: 10.33271/ebdut/89.137.

3. Кукушка І. Інноваційний розвиток транспортних підприємств України. Економіка та суспільство. 2022. № 43. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-43-17.

4. Хоменко І., Волинець Л., Горобінська І. Організаційно-економічний механізм функціонування і розвитку підприємств. Київський економічний науковий журнал. 2023. № 1. DOI: 10.32782/2786-765X/2023-1-11.

5. Kalycheva N., Makovoz E., Rachkelyuk S. Інтеграція цифрових технологій в управління підприємств автомобільної сфери. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2023. № 3 (84). С. 56–65. DOI: 10.31375/2226-1915-2023-3-56-65.

6. Невертій Г. С., Золотухін О. О. Маркетингові та управлінські аспекти цифрової трансформації підприємств транспортно-логістичної системи. Економіка транспортного комплексу. 2025. Вип. 45. С. 251–272.

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МАРКЕТИНГ ЕКОЛОГІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ігошин Максим Михайлович
Кандидат економічних наук,
доцент кафедри міжнародного та приватного права
Київского університету права
НАН України

Ігошин Антон Максимович
AI Engineer
Fotocadeau B.V.
(Netherlands)

Сучасна екологічна криза потребує радикальної зміни патернів людської поведінки. Недостатньо просто розробляти екологічні технології та продукти; Необхідно сформувати стійкий попит ними, змінити культуру споживання та зробити екологічний вибір привабливим і доступним широких верств населення. Це завдання вирішує маркетинг екології (грінмаркетинг).

Проте традиційні маркетингові інструменти стикаються з феноменом «розриву між намірами та діями» (intention-behavior gap) [1]. Згідно з дослідженнями, більшість споживачів декларують готовність купувати екологічно чисті товари, але насправді обирають дешевші або звичні аналоги. Подолання цього бар'єру потребує глибокого міждисциплінарного підходу на стику екології, когнітивістики та IT. Застосування штучного інтелекту (ШІ) відкриває принципово нові можливості для аналізу великих даних споживчої поведінки, дозволяючи здійснювати прецизійну (високоточну) дію на аудиторію [2]. Концепція Knowledge Synergy (синергія знань) у даному контексті розглядається як інтеграція екологічних стандартів, психологічних тригерів та обчислювальних потужностей генеративних та передиктивних моделей ШІ.

Інтеграція ШІ в екологічний маркетинг трансформує підхід до комунікації бренду та споживача. Справжня синергія виникає тоді, коли алгоритми ІІ оперують не просто абстрактними метриками кліків (CTR) або конверсій, а верифікованими екологічними даними (наприклад, слідом вуглецевого продукту, циклом життя товару LCA).

Міждисциплінарний підхід передбачає поєднання трьох компонентів:

- Екологічна експертиза: Розрахунок реальної цінності продукту, його вуглецевої нейтральності та сертифікації.
- Поведінкова економіка: розуміння психологічних бар'єрів споживача (недовіра до еко-маркувань, когнітивне навантаження, «втома від поганих екологічних новин»).

- Data Science та ШІ: Використання великих мовних моделей (LLM), комп'ютерного зору та алгоритмів машинного навчання для автоматизації та кастомізації маркетингових кампаній [3].

Головною інновацією стає перехід від масової «зеленої» реклами до контекстуального еко-підштовхування (green nudging) — м'якого залучення користувача до стійких практик на основі його цифрового профілю [6].

Основними напрямками застосування ШІ у грінмаркетингу, на наш погляд, можуть виступати: персоналізація еко-комунікацій та подолання скептицизму; боротьба з грінвошингом за допомогою комп'ютерного зору та NLP; оптимізація "зелених" ланцюгів поставок як елемент ціннісної пропозиції.

Персоналізація еко-комунікацій та подолання скептицизму

Споживачі неоднорідні у своїй екологічній мотивації. Одних хвилює глобальна зміна клімату, інших – локальна переробка пластику, третіх – особисте здоров'я та органічний склад продуктів. ШІ дозволяє сегментувати аудиторію не за демографічними ознаками, а за рівнем «екологічної зрілості» (green involvement). Предиктивні алгоритми аналізують історію покупок та пошукові запити, формуючи індивідуальні ціннісні пропозиції [3]. Наприклад, генеративний ШІ може адаптувати текст опису товару: для радикальних еко-активістів акцент буде зроблено на упаковці, що розкладається, а для прагматичних покупців — на енергоефективності та довгостроковій економії бюджету.

Боротьба с грінвошингом с помощью компьютерного зрения и NLP

Однією з головних проблем маркетингу екології є грінвошинг – необґрунтоване позиціонування компанії чи продукту як екологічно чистих. Це підриває довіру споживачів до всього зеленого ринку. Нейросети, що використовують обробку природної мови (NLP) та комп'ютерний зір, сьогодні здатні автоматично верифікувати заяви брендів. Алгоритми аналізують склад товарів, сканують бази даних еко-сертифікатів і зіставляють заяви у рекламі з реальними екологічними звітами підприємств. Використання таких ШІ-асистентів споживачами або маркетплейсами дозволяє автоматично відсікати несумлінних виробників та заохочувати чесний екологічний бізнес.

Оптимізація «зелених» ланцюгів поставок як елемент ціннісної пропозиції

У сучасному маркетингу логістика стає частиною бренду. Споживачу важливо знати, який шлях пройшов товар. Прогностичні моделі ШІ мінімізують вуглецевий слід доставки за рахунок оптимізації маршрутів, прогнозування надлишкових запасів і управління динамічним ціноутворенням на продукти з терміном придатності, що закінчується (що знижує обсяги харчових відходів) [5]. Прозорість цього ланцюжка, підтверджена ШІ та блокчейном, транслюється споживачеві в режимі реального часу (наприклад, через QR-коди), стаючи потужним маркетинговим стимулом.

На жаль, існують бар'єри та ризики, а також мають місце етичні аспекти. По-перше, існує ризик «цифрової маніпуляції». Використання ШІ для глибинного психологічного профілювання може перетворитися на прихований примус, коли

споживача змушують купувати «зелені» товари, яких він не потребує, що саме собою суперечить концепції усвідомленого споживання та зниження відходів (Zero Waste).

По-друге, виникає феномен енергоспоживання. Навчання та підтримка великих ШІ-моделей (особливо LLM) потребують колосальних обчислювальних потужностей, що призводить до значних викидів CO_2 дата-центрами [7]. Якщо витрати енергії на роботу ШІ-маркетолога перевищують екологічну вигоду від продукту, що просувається ним, сама ідея маркетингу екології нівелюється. У зв'язку з цим необхідний перехід до принципів Green AI – розробки енергоефективних та компактних алгоритмів.

Таким чином, маркетинг екології нового покоління неможливий без спирання на передові технологічні рішення. Синергія знань екологів, маркетологів та фахівців зі штучного інтелекту дозволяє подолати традиційні бар'єри недовіри та інерції споживачів. ШІ перетворює екологічний спосіб життя зі складного, компромісного вибору на інтуїтивний, персоналізований та економічно вигідний процес. Розвиток зрозумілого ШІ та впровадження суворих етичних стандартів у алгоритми націлення дозволять створити прозору екосистему сталого ринку, де технології служать реальному благу у світі.

References

1. Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2024). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? Environmental Education Research, 30(2), 145-162.

2. Davenport, T., & Guha, A. (2025). Artificial Intelligence in Marketing: A systematic review of sustainable consumer engagement. Journal of the Academy of Marketing Science, 53(1), 89-112.

3. Kumar, V., & Sharma, A. (2024). Green Marketing Analytics: Leveraging AI for hyper-personalization in eco-friendly consumer segments. Journal of Marketing, 88(3), 201-219.

3. Schmuck, D., & Matthes, J. (2026). Detecting Greenwashing via Natural Language Processing: Automated tools for consumer empowerment. Environmental Communication, 20(1), 34-52.

5. Sarkis, J., & Zhu, Q. (2024). Artificial Intelligence and the Circular Economy: Marketing the waste-to-resource transition. Industrial Marketing Management, 118, 77-91.

6. White, K., & Habib, R. (2025). The Elusive Green Consumer: How AI nudging can successfully bridge the intention-behavior gap. Harvard Business Review (Digital Articles), March 2025.

7. Strubell, E., & McCallum, A. (2024). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in Sustainable Business Practices. Communications of the ACM, 67(5), 48-55.

COMPARATIVE STUDIES OF THE DURABILITY OF MODERN CARBIDE END MILLS

Babanova Olena
Senior Lecturer

Boyko Yuri
PhD, Associate Professor
Department of Machines and Apparatus for Food and Pharmaceutical Productions
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Shevchenko Andrey
PhD, Associate Professor
Department of Equipment and Engineering for Processing and Food Industries
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

The efficient manufacturing of parts and technological equipment for various industrial sectors places high demands on cutting tools, particularly in terms of their operational reliability and cost-effectiveness, while ensuring high product quality. The use of modern equipment and tooling enables the selection of appropriate cutting conditions, thereby increasing productivity and material utilization, reducing machining time, and ensuring that parts meet the required operational performance requirements. Therefore, research into the reliability and service life of cutting tools, as well as the selection of an appropriate price–quality ratio, is relevant and of considerable practical importance, contributing to improved manufacturing competitiveness.

One of the main approaches to improving machining efficiency is the use of computer numerical control (CNC) machine tools and advanced software for part manufacturing based on computer-aided technologies.

The objective of this study is to analyze the results of a comparative investigation of the tool life of modern end mills manufactured by leading cutting tool manufacturers. The study examined end mills manufactured by Seco (654080Z4.06-SIRON-A), PRAMET (06E3S75-31A06 SUMA), and HGT (EB0606 6.0·4T). The study considers the selection of appropriate cutting conditions, including cutting speed and feed rate, and the effect of the end mill's tip angle on tool life.

One of the key characteristics determining the performance of a cutting tool is its tool life. In this study, four-flute carbide end mills with a diameter of 6 mm and a corner radius of 0.5 mm manufactured by PRAMET (06E3S75-31A06 SUMA) and HGT (EB0606 6.0·4T, Taiwan) were tested and compared with a reference end mill manufactured by Seco [1] (Fig. 1).



Fig. 1. End Mills Manufactured by Seco, HGT, and PRAMET (from Left to Right)
Source of the figure: [1].

A HAAS DS-30Y CNC turning and milling center was used in the experiments. The cutting fluid was a mineral oil-based emulsion (Blasocut 4000, manufactured by Blaser Swisslube AG), which is free of chlorine compounds and contains 6% copper as an additional lubricating additive.

The Siemens NX CAD/CAM/CAE system [6] was used for process planning and programming. Its capabilities enable comprehensive visualization of the manufacturing process and provide extensive functionality for rapid adjustment of cutting conditions.

To compare the end mills, a machining process was developed for the high-speed milling of a flat on a component designated as the "housing stop," which provides axial clearance adjustment in the housing of a bulk-material dosing mechanism. The study also investigated the relationship between tool life and the angle at the tooth tip. As this angle increases due to wear, the torque required from the tool-feed drive motor increases. For this purpose, a process route was developed and a CNC program was created. The component was manufactured from 40Kh steel, a material widely used in industrial applications.

The angle at the tooth tip was measured using a Haimer Microset UNO 20/40 optical tool presetting device.

The end mill is characterized by the following design parameters: outer diameter d, number of teeth z, corner radius r, and the principal and auxiliary angles in plan view, denoted by φ and φ_1, respectively. The end mill machines a flat surface with a cutting width B and a cutting depth t. The kinematic parameters of the process include the end mill rotational speed n and feed rate S, which, in the general case, is directed at an angle τ to the longitudinal movement of the milling machine table [2].

The cutting edge of each tooth is divided into three sections: a helical cutting edge on the cylindrical portion, inclined at an angle ω_0 to the end mill axis; a corner cutting edge with a radius r; and an end cutting edge set at an auxiliary angle in plan view φ_1.

The end mills under investigation are intended as potential replacements for the expensive Seco series 654080Z4.06-SIRON-A end mills [3]. To evaluate the cutting

performance of the tools, a series of tests was conducted to determine the cutting angle β and tool life during workpiece machining under as nearly identical conditions as possible.

The milling process (Fig. 2) was performed under the following cutting conditions:

– Spindle speed: 4,500 rpm;
– Feed rate: S_m = 250 mm/min;
– Milling depth: t = 3 mm;
– Milling width: B = 5 mm.

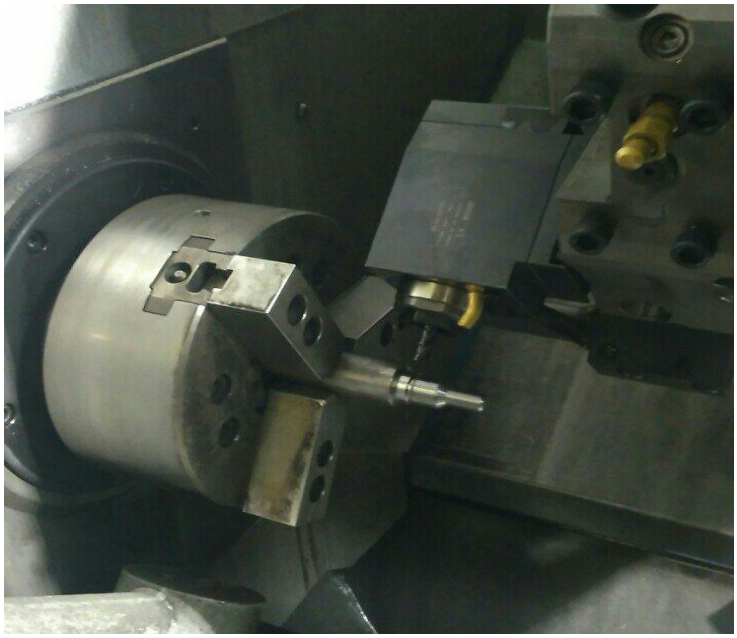


Fig. 2. Detail of the Machining Process

Source of the figure: author's development

Workpieces were clamped and positioned simultaneously using a three-jaw hydraulic chuck manufactured by Seco, with a workpiece runout of no more than 0.1 mm.

The criterion selected for comparison was tool life under increasing axial load on the tool (X1) and the machine drive (C1).

A value of X1 = 20% was set as the critical load threshold, allowing the machine to stop automatically when the critical load on the tool is exceeded [4].

The wear characteristics of the end mills were analyzed using a Haimer Microset UNO 20/40 optical tool presetting device.

Tool presetting helps reduce costs and machine downtime, extend cutting tool life, and reduce machining time by up to 70% [5].

The presetting device enables the following operations: checking rotational runout; measuring angles and radii; setting the diameter of boring tools; assessing tool edge sharpness; measuring chamfer diameters; and checking and adjusting rotational parameters.

In the first stage of the simulation, an existing CAD file was imported into the software environment. In this case, a 3D wireframe model created in KOMPAS-3D

V16.1 was used. The position of the part relative to the coordinate system was then defined, and a Ø 35 mm bar was selected as the stock material (Fig. 3).

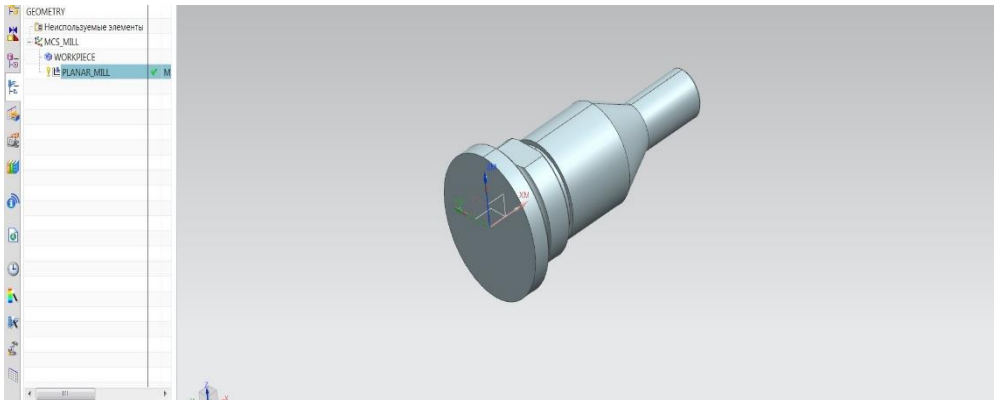


Fig. 3. Wireframe Model of the Workpiece in the Siemens NX Software Environment

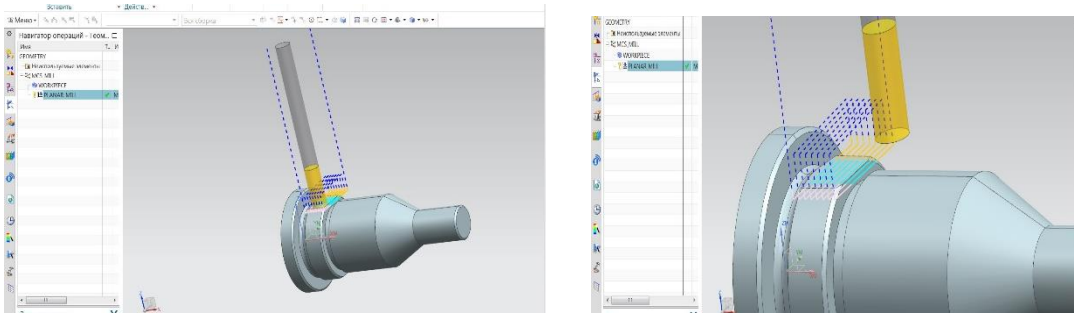
Source of the figure: author's development

The reference points are defined as follows: the Z-coordinate is measured from the end face of the part, while the X-coordinate is measured from the outer diameter of the workpiece.

In the next stage of the simulation, a machining tool was created in the software environment (Fig. 4a), and a starting point was defined at a specified distance from the workpiece to prevent collisions between the tool and the workpiece.

After these elements had been defined, the cutting tool trajectory was generated and calculated according to the specified cutting conditions and tool approach and retraction parameters (Fig. 4a). The potential for tool overload and failure was also assessed.

Source of the figure: author's development.



a b

Fig. 4. End Mill Toolpaths: (a) at the Beginning of Machining; (b) During Machining

Source of the figure: author's development

After the calculations, the machining process was displayed graphically in the visualization window, including tool approach and retraction movements, as well as

collision detection to identify potential contact between the tool and machine components or unintended tool penetration into the workpiece.

When machining a part using solid carbide and indexable end mills, power and torque must be treated as constraints and compared with the corresponding specifications of the machine tool spindle.

The contact pressure exerted by an end mill tooth on the machined surface of 40Kh steel (approximately 41Cr4 / AISI 5140) ranges from 350 to 630 MPa (σ_t). These values can be used to calculate the deformation of thin-walled components during machining [7].

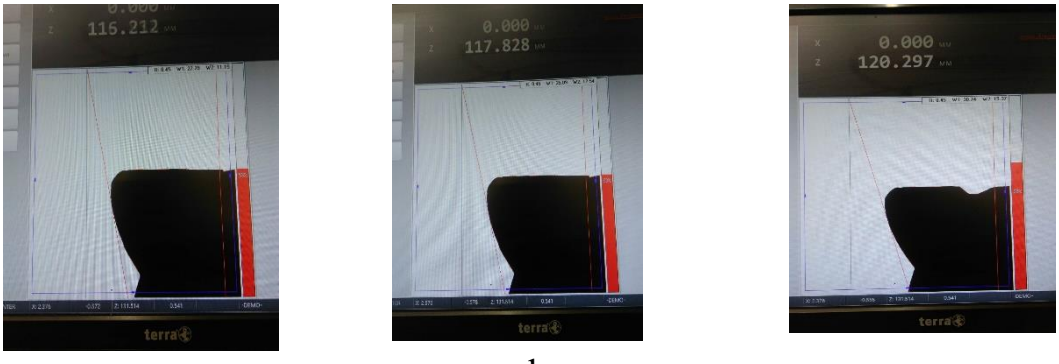
Within the range of cutting conditions considered, the tool life of solid carbide end mills when machining 40Kh steel workpieces is not a limiting factor in the milling process.

Analysis of the experimental results shows that the tool life of the Seco end mill with a MEGA 64 coating was 440 min, whereas that of the comparable HGT EB0606 6.0·4T end mill was 380 min, corresponding to 86.36 % of the tool life achieved by the reference Seco end mill, or a 13.64% reduction. This is a satisfactory result, given the significantly lower cost of the alternative end mills. Tests of the PRAMET end mill showed a tool life of 370 min, which is comparable to that of the HGT end mill.

In serial production, the use of these less expensive end mills can provide substantial cost savings, thereby reducing the manufacturing cost of finished products and tooling-related depreciation costs.

Microscopic analysis revealed the influence of the tooth tip angle on the wear resistance of the end mills. The Seco end mill, despite its high cost, exhibited the least wear during operation (Fig. 5a–c).

Source of the figure: author's development.



a b c

Fig. 5. Tooth Tip Angle Measured Using a Haimer Microset UNO 20/40 Optical Tool Presetting Device: (a) Seco End Mill, Series 654080Z4.06-SIRON-A; (b) HGT End Mill, EB0606 6.0·4T; (c) PRAMET End Mill, 06E3S75-31A06 SUMA

Source of the figure: author's development

The less expensive end mills exhibit lower wear resistance but still deliver satisfactory results, as demonstrated by the data presented in Table 1.

Table 1.

Comparative Results of End Mill Tool Life Tests

End mill manufacturer	Tooth tip angle, °	Tool life, min
«Seco»	22.3	440
«HGT»	25.1	380
«PRAMET»	37.7	370

A visual comparison of the tooth tip angles (Fig. 6) shows that an increase in this angle significantly affects the tool life of the end mill almost until the tool is completely worn out [7]. This effect is most pronounced in the fractured tooth of the PRAMET end mill, where the tooth tip angle increases sharply.



a b c

Fig. 6. Magnified Image of the End Mill Cutting Edge: (a) HGT End Mill; (b) Seco End Mill; (c) PRAMET End Mill

Source of the figure: author's development

This study investigated the influence of the tooth tip angle on the wear resistance of end mills. The results show that replacing Seco carbide end mills with less expensive HGT end mills enables the machining process to be carried out while maintaining the required product quality, without significant compromises in performance.

References

1. Seco. Imperiia Instrumentu. URL: https://www.frezertools.com.ua/brands/seco.

2. Pavlyshche, V. T. (2003). Osnovy konstruiuvannia ta rozrakhunok detalei mashyn: pidruchnyk. 2nd ed., revised. Lviv: Afisha. 560 p.

3. Tomashevskyi, O. O., & Balytska, N. O. (2023). Protses mikrofrezeruvannia metaliv i splaviv: analitychnyi ohliad. Tekhnichna inzheneriia, No. 2(92). Pp. 74–88. URL: https://doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-74-88.

4. Faassen, R. P. H., van de Wouw, N., Oosterling, J. A. J., & Nijmeijer, H. (2003). Prediction of regenerative chatter by modelling and analysis of high-speed milling. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 43(14). Pp. 1437–1446. URL: https://doi.org/10.1016/S0890-6955(03)00171-8.

5. HAIMER UNO 20/40 Smart Microset Tool Presetter. GINDUMAC. URL: https://www.gindumac.com/product/haimer-uno-20-40-smart-microset_GB-TOO-HAI-2022-00001.

6. Siemens NX. Siemens Software. URL: https://www.plm.automation.siemens.com.

7. Dobrianskyi, S. S., & Malafieiev, Yu. M. (2020). Tekhnolohichni osnovy mashynobuduvannia: pidruchnyk dlia studentiv spetsialnostei 131 «Prykladna mekhanika», 133 «Haluzeve mashynobuduvannia». Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho. 379 p. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32136.

MODELING THE GEL MIXING PROCESS

Dolomakin Yurii
PhD, Associate Professors

Babanova Olena
Senior Lecturers
Department of Machines and Apparatus for Food and Pharmaceutical Productions
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Gels are non-Newtonian materials exhibiting structural viscosity. To describe their behavior during mixing, it is important to establish the relationship between shear stress and shear rate and to account for changes in effective viscosity under deformation. These rheological characteristics determine the material's resistance to flow, the intensity of circulation, and the time required to achieve a uniform distribution of components.

The aim of this study is to develop a model of gel component mixing that accounts for its rheological properties and to investigate the effects of impeller positioning and rotor rotational speed on hydrodynamics and mixing time [1].

The rheological characteristics were determined using a rotational viscometer. The gel was placed in the measuring cylinder of the instrument, and measurements were initiated at low shear rates while the instrument readings were recorded. The measurement series showed some variation; therefore, averaged values were used for subsequent calculations.

The measurements demonstrated that the effective viscosity of the gel decreases as the shear rate increases. This behavior is characteristic of pseudoplastic materials: during deformation, their internal structure is partially disrupted, and structural elements become oriented in the direction of flow.

Within the shear-rate range of 0…50 s^{-1}, the viscosity decreased from approximately 22 to 2 Pa×s, representing an elevenfold reduction. As the shear rate increased further, the rate of viscosity reduction slowed. Above approximately 146 s^{-1}, the viscosity remained nearly constant, which the authors attribute to the extensive breakdown of the material structure.

The relationship between shear rate and shear stress was approximated by a power-law function using the least squares method. The original document reports a coefficient of determination of $R^2 = 0.969$ for this approximation. For the relationship between effective viscosity and shear-rate gradient, $R^2 = 0.995$ was reported. These results were used to represent the rheological behavior of the gel in the mathematical model.

Using the relationship $\eta_{eff} = f(\dot{\gamma})$ makes it possible to account for changes in the material's resistance to deformation during flow. This is important for mixing simulations because the gel does not exhibit constant viscosity throughout the entire shear-rate range. In the original file, the approximation equations were partially

corrupted during text conversion. Therefore, this shortened version retains the reported R^2 values and the qualitative conclusion without reconstructing unreadable exponents.

The flow of an incompressible viscous fluid is described by the Navier-Stokes equations and the continuity equation. In mixing applications, these equations are supplemented by boundary conditions that account for the apparatus geometry, impeller rotation, and interaction between the fluid and the surfaces.

Because an analytical solution of this system for a non-Newtonian fluid is complex, a computational experiment was used. The calculations were performed using the *Flow Simulation* software package. This approach makes it possible to evaluate velocity fields, pressure distribution, circulation patterns, and changes in component concentration.

Three main types of flow can develop in a vessel equipped with an impeller: tangential, radial, and axial flow. Tangential flow is directed primarily parallel to the trajectory of the impeller blades and is characteristic, in particular, of paddle impellers operating at low rotational speeds. In this case, vertical mixing may be weak.

In radial flow, the fluid moves away from the impeller perpendicular to the axis of rotation, toward the vessel walls. This flow regime develops when the centrifugal effect is sufficient to overcome the resistance of the surrounding fluid. Axial flow occurs parallel to the axis of rotation and is characteristic mainly of propeller impellers.

The impeller transfers mechanical energy from the drive to the fluid, generating circulation loops. Secondary circulation associated with the pumping effect plays an important role. This effect refers to the ability of the impeller to transport fluid in a manner similar to a pump. In the design under investigation, radial flow predominates.

The pumping effect is characterized by the volumetric flow rate of the fluid in the radial and axial directions. For radial flow, the flow rate is related to the mean radial velocity and the total cross-sectional area of the rotor outlet channels. The original study accounts for the width and height of the slots, the number of channels, the rotational speed, and the impeller diameter. Assuming that the characteristic velocity is proportional to the impeller's peripheral velocity makes it possible to introduce a pumping-effect coefficient.

The model considers mixing within a cylindrical volume defined by the vessel diameter and the impeller immersion depth. As a first approximation, the effect of the finely dispersed solid phase is accounted for by an increase in the density and viscosity of the suspension compared with those of the liquid phase.

The principles of similarity theory were used to generalize the results. The mixing process is affected by drive power, mixture density and viscosity, impeller rotational speed and diameter, vessel diameter, and the distance between the vessel bottom and the impeller. Expressing the relationships in dimensionless form provides a basis for evaluating the effects of design parameters and fluid properties and for subsequent scale-up [2].

The uniformity of concentration distribution was selected as the primary criterion for assessing mixing quality. At the beginning of the simulation, the components had different normalized concentrations of 0 and 1. Under complete mixing, the concentration of the mixture should approach 0.5. Two impeller configurations were

compared: concentric, in which the rotor axis coincides with the vessel axis, and eccentric, in which the rotor axis is offset [3].

With eccentric impeller positioning, a uniform distribution was not achieved within five minutes, and a "dead zone" remained in the vessel. Therefore, subsequent comparisons of operating conditions were performed using the configuration with the rotor positioned along the vessel axis.

The simulations were conducted at three rotor rotational speeds: 500, 1000, and 1500 rpm. For each operating condition, changes in concentration over time, the velocity field, and the pressure distribution were analyzed.

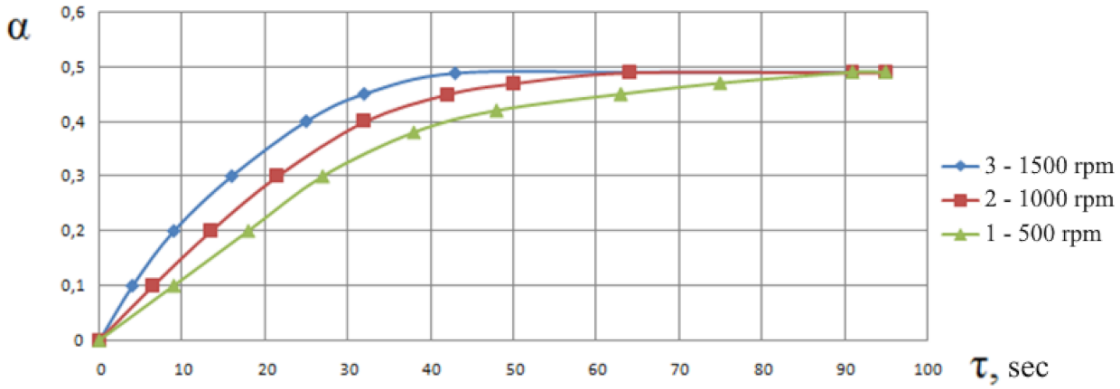


Figure 1. Change in mixture concentration over time at different rotor rotational speeds

Source of the figure: author's development

The calculations showed that increasing the rotor rotational speed intensifies the formation of a homogeneous mixture. The active mixing zone expands, and the flow entrains more components from the lower part of the vessel. The time required to achieve the desired degree of mixing decreases as the rotational speed increases.

Table 1.

Time required to achieve the desired degree of mixing at different rotational speeds

Rotor rotational speed, rpm	Time required to achieve the desired degree of mixing, s	Overall trend
500	91	Slowest mixing
1000	64	Intermediate mixing rate
1500	43	Fastest mixing

At a rotational speed of 500 rpm, the required degree of mixing was achieved in 91 s; at 1,000 rpm, in 64 s; and at 1,500 rpm, in 43 s. Thus, within the range of operating conditions investigated, increasing the rotational speed significantly reduces the mixing time.

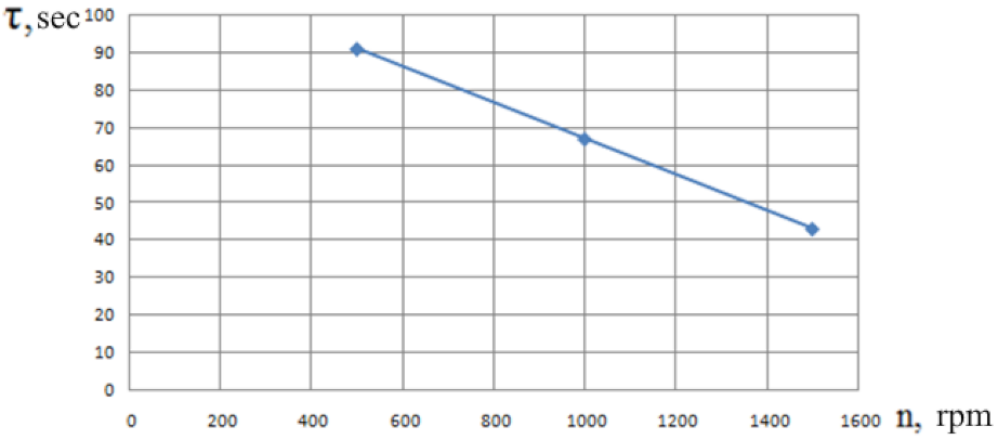


Figure 2. Dependence of mixing time on impeller rotational speed.

Source of the figure: author's development

The impeller exhibits a pumping effect and ensures the circulation of substantial volumes of fluid in the radial direction. The highest degree of flow turbulence was observed at the maximum rotational speed investigated, 1,500 rpm. Circulation loops were also observed near the periphery of the vessel, indicating that a substantial portion of the vessel volume was involved in the flow.

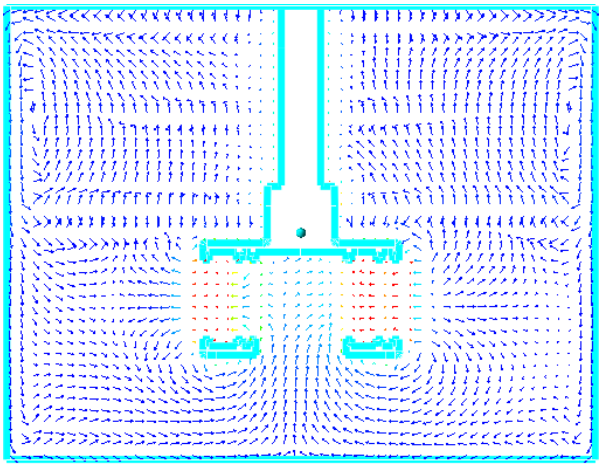


Figure 3. Velocity vectors in the vessel during rotor operation

Source of the figure: author's development

The highest velocities occurred at the rotor channel outlets. According to the original study, these velocities were approximately four times higher than those in the main volume of the mixture. This promotes intensive fluid transport and the formation of circulation flows.

At a rotational speed of 1500 rpm, the velocity at the channel outlet, calculated using Flow Simulation, was 3.99 m/s.

The *Flow Simulation* results showed that lower pressure occurred at the rotor inlet and inside the rotor. This can be explained by the pumping effect: a low-pressure region

develops in these areas, causing the mixture to be drawn into the internal cavity of the impeller.

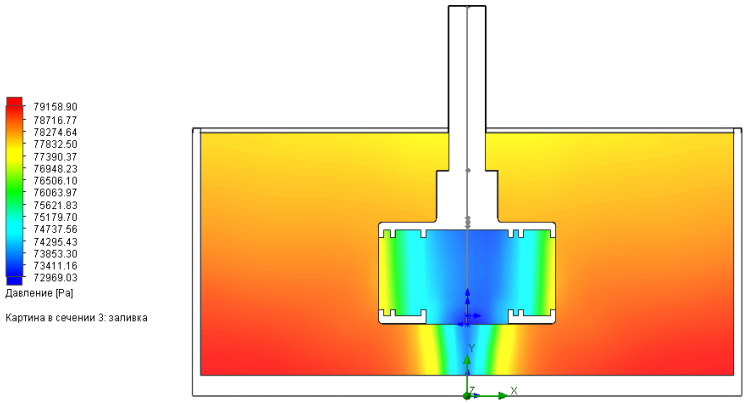


Figure 4. Example of Pressure and Velocity Distributions Obtained from Numerical Simulation

Source of the figure: author's development

The original study presents the ratio of pressures inside the rotor and in the main volume of the vessel: at 500 rpm, this ratio was 1.1, while at 1500 rpm, it was 3.1. Thus, increasing the rotational speed enhances the pressure difference and the intensity of fluid suction. This effect is consistent with the velocity field analysis and explains the more intensive circulation at higher rotational speeds.

The results indicate that the rotational speed determines both the time required to achieve a uniform concentration and the hydrodynamic behavior within the apparatus. Increasing the rotational speed intensifies radial transport and the pumping effect, promotes the involvement of peripheral zones in circulation, and reduces mixing time. However, higher rotational speeds may increase energy consumption; therefore, the maximum speed is not necessarily the most energy-efficient operating condition.

In this study, the maximum rotational speed was 1500 rpm. The authors consider any further increase inadvisable due to the substantial rise in energy consumption. Thus, the operating conditions should be selected by balancing mixing performance against energy requirements.

The proposed approach makes it possible to evaluate the effects of apparatus geometry, the rheological properties of the gel, and the rotational parameters of the working element on mixing quality. CFD modeling enables the identification of stagnant regions, the assessment of circulation patterns, and the analysis of velocity and pressure fields. It also allows rational design and process parameters to be selected in advance, before conducting costly experimental tests.

Conclusions

1. Experimental measurements confirmed the non-Newtonian behavior of the gel: its effective viscosity decreases as the shear rate increases. The most pronounced decrease in viscosity occurs at low shear-rate gradients; at higher values, the rate of change slows down.

2. When modeling the mixing process, it is advisable to account for the dependence of effective viscosity on the rate of deformation. This makes it possible to describe more accurately the resistance to gel flow and the hydrodynamic processes within the vessel.

3. A concentric rotor arrangement is more suitable than an eccentric one, since shifting the axis of the working element led to the formation of a “dead zone” and prevented a uniform distribution of the components from being achieved during the investigated period.

4. The rotational speed has a significant effect on mixing time: the required degree of homogeneity was achieved in 91 s at 500 rpm, 64 s at 1000 rpm, and 43 s at 1500 rpm.

5. Increasing the rotational speed enhances the pumping effect, radial circulation, and suction of liquid into the rotor. The highest velocities occur at the outlets of the working element channels; the results obtained using the two software packages differ for this region.

6. Among the operating conditions investigated, a rotational speed of 1500 rpm provides the shortest mixing time. However, the authors consider any further increase in rotational speed inadvisable due to rising energy consumption.

References

1. Kar K., Cope R., Lueske J. (2026) Mixing Process Technology, CRC Press. 440 p.

2. Atiemo-Obeng, V. A., Calabrese, R. V., Rotor-stator mixing devices, in: E. I. Paul, V. A. Atiemo-Obeng, S. M. Kresta (Eds.), *Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice*, John Wiley & Sons Inc., NJ, pp. 479–505, 2004

3. Häkansson, A., Rotor-stator mixers: From batch to continuous mode of operation – a review, *Processes*, Vol. 6(32), 2018

НОВІ РОБОТИЗОВАНІ ПЛАТФОРМИ В ДИТЯЧІЙ ХІРУРГІЇ: ПЕРІОПЕРАЦІЙНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ

Коробко Юрій Євгенійович
асистент, к. мед. н.

Шевчук Валерія Олександрівна
студентка

Сульжик Владислава Миколаївна
студентка

Листровий Андрій Олексійович
студент

Ковальчук Катерина Володимирівна
студентка
Кафедра дитячої хірургії
Вінницький національний медичний університет ім.М.І.Пирогова,
м. Вінниця, Україна

Актуальність. Роботизовані технології є перспективним напрямом розвитку малоінвазивної дитячої хірургії завдяки тривимірній візуалізації, точності маніпуляцій і можливості виконувати складні оперативні втручання через невеликі доступи. Водночас їх застосування в дітей обмежують анатомічні особливості, малий операційний простір, розміри інструментів, тривалість навчання та висока вартість обладнання [2].

Мета. Проаналізувати періопераційні результати застосування нових роботизованих платформ у дитячій хірургії та визначити основні технічні, клінічні й економічні обмеження їх упровадження.

Матеріали та методи. Проведено огляд наукової літератури щодо застосування роботизованих платформ Senhance, Hugo RAS і Hinotori в дитячій хірургії. Проаналізовано систематичний огляд 2026 року, багатоцентрове дослідження Senhance та огляд сучасних роботизованих технологій 2024 року з оцінкою періопераційних результатів, ускладнень і обмежень упровадження [1-3].

Результати. Систематичний огляд наукової літератури охопив шість досліджень за участю 166 дітей віком від 15 днів до 17 років, яким виконали 27 типів оперативних втручань. Найбільший клінічний досвід накопичено із застосуванням платформи Senhance - 164 випадки, тоді як Hugo RAS і Hinotori представлені лише по одному клінічному випадку. Маса тіла пацієнтів варіювала

від 8 кг до понад 100 кг. Особливістю Senhance стало використання інструментів діаметром 3 мм, що потенційно розширює можливості роботизованої хірургії в дітей раннього віку [1]. За даними систематичного огляду розширення запланованого втручання знадобилися у 19 пацієнтів (11,4%). Інтраопераційні ускладнення зареєстровано у 4 випадках (2,4%), післяопераційні - у 20 пацієнтів (12,0%). Летальних випадків не зафіксовано. Серед причин конверсії описано обмежену рухливість інструментів, зіткнення роботизованих маніпуляторів, недостатню візуалізацію та потребу в додаткових хірургічних маніпуляціях. Ці дані свідчать про технічну здійсненність роботизованих операцій, однак демонструють, що їх виконання не завжди дозволяє завершити втручання із застосуванням роботизованої системи [1]. У міжнародному дослідженні Senhance проаналізовано 152 операції у двох європейських центрах у 2020-2025 роках. До вибірки увійшли втручання на верхньому та нижньому відділах черевної порожнини, а також торакальні операції. Найчастіше виконували корекцію пахових гриж (45 випадків), фундоплікацію за Ніссеном (40) і холецистектомію (17). Двадцять три пацієнти були віком до одного року та/або мали масу тіла менш як 10 кг. У цій групі роботизоване втручання вдалося завершити без переходу до відкритої операції в усіх випадках [3]. Перехід від роботизованої операції до звичайної лапароскопії відбувся у 17 із 152 випадків (11%), тоді як конверсія у відкриту операцію знадобилася лише одному пацієнту (0,7%). Найчастішими причинами переходу до лапароскопії були обмеження рухливості інструментів і зіткнення маніпуляторів, часто пов’язані з неоптимальним розташуванням троакарів. Середній час позиціонування роботизованої системи становив 9 ± 6 хвилин. Упродовж дослідження цей показник достовірно зменшувався, що вказує на значення набутого досвіду та навчання операційної команди. Частота інтраопераційних ускладнень у загальній когорті становила приблизно 3%, післяопераційних - 13%; летальних випадків не було [3]. Попри сприятливі результати, наявні дослідження мають суттєві обмеження. Клінічні дані щодо Hugo RAS і Hinotori залишаються недостатніми для надійного порівняння з Senhance. Крім того, різноманітність операцій і невеликі вибірки ускладнюють зіставлення результатів. До практичних бар’єрів належать вартість придбання та обслуговування обладнання, необхідність спеціального навчання персоналу й додатковий час на підготовку системи, особливо на початковому етапі впровадження [1–3].

Висновки. Нові роботизовані платформи демонструють перспективність застосування в дитячій хірургії, зокрема в пацієнтів раннього віку. Наявні дані свідчать про можливість виконання широкого спектра втручань із відносно низькою частотою переходу до відкритої операції. Проте обмеженість порівняльних досліджень, технічні труднощі та економічні бар’єри не дозволяють однозначно стверджувати про перевагу роботизованої хірургії над традиційною лапароскопією. Необхідні подальші проспективні багатоцентрові дослідження зі стандартизованою оцінкою безпеки, тривалості операцій, післяопераційних ускладнень і економічної доцільності.

Список літератури

1. Di Fabrizio D., Cobellis G., Bindi E. Beyond da Vinci: a systematic review of next-generation multiport robotic platforms in pediatric surgery. *Journal of Robotic Surgery*. 2026;20:968.

2. Pedi-Bots: Innovations and progress in robotic pediatric general surgery. *Journal of Pediatric Surgery Open*. 2024;7:100156.

3. Killaars R. E. M., Widmann D. L., Visschers R. G. J., et al. An international multicenter experience with the Senhance® Surgical System in pediatric surgery: Analysis of the first 150 pediatric procedures. *Journal of Robotic Surgery*. 2026;20:279.

ЗАСТОСУВАННЯ PRP-ТЕРАПІЇ У СТИМУЛЯЦІЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

Святець Юлія Олегівна,
Георгієва Валерія Дмитрівна
здобувачки вищої освіти І медичного факультету
Харківський національний медичний університет

Фадєєв Олег Геннадійович
к.мед.н., доцент
Кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги,
ортопедії, травматології та протезування

Веснін Володимир Вікторович
к.мед.н., доцент
Кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги,
ортопедії, травматології та протезування
Харківський національний медичний університет
м.Харків, Україна

Анотація: У цій статті проведено аналіз сучасних наукових даних щодо застосування плазми, збагаченої тромбоцитами (PRP-терапія), для стимуляції регенерації кісткової тканини. Досліджено вплив тромбоцитарних факторів росту на формування мінералізованого матриксу. Визначено відмінності лейкоцитарного складу у тромбоцитарному концентраті. Встановлено перспективу застосування тромбоцитарної терапії як додаткового сучасного біологічного методу.

Ключові слова: PRP, тромбоцитарний концентрат, остеогенез, тромбоцитарні фактори росту, ангіогенез.

Актуальність теми: Ушкодження кісткової тканини становлять значну медико-соціальну проблему, особливо актуальним питання стає в умовах України. Дослідження Львівської клінічної лікарні демонструє збільшення кількості пацієнтів у період 2022-2023 років порівняно з показниками до 2021 року. Кількість пацієнтів зросла з 2475 до 3838, тобто на 55,07%; кількість пацієнтів з переломами зросла з 1648 до 2225, тобто на 35,01%. [1] Через значну поширеність кісткових травм виникає потреба у пошуку перспективних механізмів стимулювання регенерації. Одним з таких методів є плазма, збагачена тромбоцитами.

Результати аналізу: PRP-терапія (Platelet-rich plasma) – це метод із застосуванням власної периферійної крові пацієнта. Отримують тромбоцитарний концентрат шляхом центрифугування [2]. Тромбоцити є без’ядерними клітинами крові, які утворюються у кістковому мозку із клітин-

попередників мегакаріоцитів. Зрілий тромбоцит містить різноманітні внутрішньоклітинні гранули: α-гранули вивільняють вміст при активації та злитті з плазматичною мембраною, їх участь пов'язана із ангіогенезом, гемостазом та регенерацією; δ-гранули є ключовими для активації тромбоцитів; лізосоми пов'язані із внутрішньоклітинним розщепленням. Для тромбоцитарної терапії основне значення мають: α-гранули, проте всі функціональні можливості інших гранул ще встановлюються дослідженнями [3, 4].

Механізм дії клітин полягає в тому, що під час концентрування тромбоцитів вони активуються та виділяють різноманітні цитокіни й фактори росту (PDGF, VEGF тощо), особливою перевагою є локальна дія активних речовин [2, 4].

PDGF – platelet-derived growth factor (тромбоцитарний фактор росту) – стимулює міграцію клітин остеобластичного диферону, що робить його важливим медіатором у регенераторному середовищі. Також наукові дослідження зазначають вплив тромбоцитарного фактора росту щодо термінального пригнічення остеогенних клітин. Функціональне різноманіття поширюється серед різних ізоформ PDGF (PDGF-AA, PDGF-AB, PDGF-BB та PDGF-CC). В експериментальному дослідженні Colciago et al. визначили вплив кожної ізоформи [5]. Встановлено, що PDGF-AA, PDGF-AB, PDGF-BB стимулюють міграцію клітин кісткової тканини, особливо остеобластів, окрім PDGF-CC, який не проявляє такого ефекту. Загалом дана група факторів росту відіграє роль у формуванні достатньої кількості клітин-попередників для регенерації.

TGF-β — transforming growth factor beta (трансформувальний фактор росту бета) – допомагає процесам ремоделювання тканин під час відновлення та диференціації клітин [2, 6].

VEGF — vascular endothelial growth factor (судинний ендотеліальний фактор росту) - стимулює ангіогенез, який тісно взаємопов'язаний з остеогенезом [2, 7].

Дослідження за участю мезенхімальних стромальних клітин кісткового мозку людини підтверджує вплив тромбоцитарного концентрату на остеогенну диференціацію [8]. Під час 24-денного дослідження in vitro Samuel et al. додавали тромбоцитарний концентрат до мезенхімальних стромальних клітин людини та виявили підвищення рівня RUNX2 – головного транскрипційного фактора, що регулює диференціювання мезенхімальних клітин в остеобласти. Додатково зафіксовано посилення синтезу колагену 1-го типу (COL1), який становить основу структури побудови кістки під час мінералізації. Зростання активності лужної фосфатази (ALP) під час досліджень ще раз доводить наявність зрілого остеогенезу, а не лише первинну активацію маркерів. На пізнішому етапі 24-денного дослідження спостерігалося зростання рівня остеогенного білка BMP2 у 6 разів. Отримані дані дозволяють зробити висновок, що тромбоцитарний концентрат важливий не тільки для первинної стимуляції остеосинтезу, а й для тривалої підтримки всього остеогенезу [8].

Незважаючи на позитивний потенціал PRP-терапії, у сучасному практичному підході відсутні уніфіковані протоколи лікування, зокрема щодо кількості процедур, тривалості курсу та інтервалів між ін'єкціями. Суттєва проблема

полягає у високій варіабельності досліджуваних тромбоцитарних концентратів, що спричиняє розбіжність в отриманих результатах та унеможливлює порівняльний аналіз даних. Окрема роль у цих розбіжностях належить лейкоцитарному профілю, який під час центрифугування потрапляє разом із тромбоцитами. Відповідно до цього PRP поділяють на збагачену лейкоцитами (LR-PRP) та збіднену на лейкоцити (LP-PRP). Вказана особливість є критично важливою, оскільки лейкоцити є імунологічно активними клітинами; їх присутність або відсутність може істотно змінювати функціональні властивості тромбоцитів [2, 9, 10].

Репарація кістки після травми не розпочинається миттєво: обов'язковим первинним етапом є запальна реакція, яка забезпечує санацію травмованого вогнища та створює умови для сприятливого регенераторного процесу. Фагоцити ініціюють регенеративний процес: нейтрофіли беруть участь у ранній запальній відповіді, а макрофаги та моноцити регулюють подальші репаративні процеси. Проте надмірна інфільтрація нейтрофілів спричиняє пролонгацію запального процесу, що може затримувати перехід до наступних стадій загоєння. Саме тому неоднозначна роль лейкоцитів у складі тромбоцитарних концентратів досі залишається дискусійним науковим питанням [2, 10, 11].

На травматичну місцеву гіпоксію реагують судини у зоні ушкодження; клітини вивільняють VEGF. Цей фактор взаємодіє через зв'язування з рецепторами ендотеліальних клітин судин, що індукує ангіогенез. TGF-β регулює процеси остеогенезу та остеорезорбції через вплив на остеобласти та остеокласти [6].

Початковим етапом загоювального процесу, що супроводжується запальною відповіддю, є формування гематоми, яка слугує резервуаром біологічно активних речовин та первинних імунних клітин [11]. Тромбоцити на цій стадії секретують свої біологічно активні сполуки, але все одно клінічна доцільність саме PRP-терапії стосовно первинного етапу потребує більше клінічних досліджень.

Під час утворення м'якої мозолі відбувається синтез незрілої сполучної тканини та міграція мезенхімальних клітин-попередників, які диференціюються в остеобластичному, фібробластичному та хондрогенному напрямках [11]. На цьому етапі вплив тромбоцитів є найбільш доказовим через процеси хемотаксису клітин та паралельного ангіогенезу, у яких тромбоцити мають також значний вплив.

Остеогенна фаза є четвертою, під час якої формується кісткова тканина шляхом диференціації клітин-попередників. Вплив сигнальних молекул тромбоцитів підтверджується доклінічними дослідженнями в процесах проліферації клітин. У результатах систематичного огляду Zhang et al. відмічено позитивний вплив PRP на проліферацію остеобластоподібних клітин у 17 із 26 профільних досліджень in vitro [10].

Надалі відбувається перехід до фази мінералізації, яка характеризується функціональною активністю остеобластів. Експериментальні дані досліджень демонструють підвищення активності лужної фосфатази та рівня остеокальцину,

що є прямими доказами позитивного впливу на первинну та вторинну мінералізацію матриксу [8].

Фінальна стадія – кісткове ремоделювання – базується на балансі між остеобластами та остеокластами, унаслідок чого грубоволокнистий регенерат заміщується повноцінною ламелярною кістковою тканиною [11].

Таким чином, регенеративний ефект PRP-терапії тісно інтегрований у природні фази відновлення кістки, які включають запальну відповідь, утворення гематоми, формування кісткового мозоля та подальше ремоделювання. Експериментальні дані підтверджують здатність терапії стимулювати остеогенну активність клітин, однак невизначеність щодо оптимальних клінічних протоколів лікування ускладнює її стандартизоване застосування на практиці. Попри виражений біологічний потенціал плазми, збагаченої тромбоцитами, існує нагальна потреба у проведенні масштабних клінічних випробувань для стандартизації методики та розроблення чітких показань до застосування на кожному етапі регенерації кісткової тканини.

Список літератури

1. Trutyak I., Korolkov O., Hnateiko N., Ivashchenko V., Trunkvalter V. Comparative Characteristics of Patients Structure in the Orthopedics Department of a Clinical Hospital in a Region Remote from the Front Line during Peacetime and the First Year of a Full-Scale War in Ukraine. *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. 2024. No. 1. P. 59–63. DOI: https://doi.org/10.15674/0030-59872024159-63.

2. Pineda-Cortel M. R., Suarez C., Cabrera J. T., Daya M., Bernardo-Bueno M. M., Vergara R. C., Villavieja A. Biotherapeutic Applications of Platelet-Rich Plasma in Regenerative Medicine. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2023. Vol. 20, No. 6. P. 811–828. DOI: https://doi.org/10.1007/s13770-023-00560-x.

3. Видиборець С. В., Гайдукова С. М., Мулярчук О. В. Тромбоцити: структура і функції (лекція). *Сімейна медицина*. 2018. № 2 (76). С. 103–108. DOI: https://doi.org/10.30841/2307-5112.2.2018.146042.

4. Yadav S., Storrie B. The Cellular Basis of Platelet Secretion: Emerging Structure/Function Relationships. *Platelets*. 2017. Vol. 28, No. 2. P. 108–118. DOI: https://doi.org/10.1080/09537104.2016.1257786.

5. Colciago A., Celotti F., Casati L., Giancola R., Castano S. M., Antonini G., Sacchi M. C., Negri-Cesi P. In Vitro Effects of PDGF Isoforms (AA, BB, AB and CC) on Migration and Proliferation of SaOS-2 Osteoblasts and on Migration of Human Osteoblasts. *International Journal of Biomedical Science*. 2009. Vol. 5, No. 4. P. 380–389. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3614801/.

6. Canalis E. Growth Factor Control of Bone Mass. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2009. Vol. 108, No. 4. P. 769–777. DOI: https://doi.org/10.1002/jcb.22322.

7. Hu K., Olsen B. R. The Roles of Vascular Endothelial Growth Factor in Bone Repair and Regeneration. *Bone*. 2016. Vol. 91. P. 30–38. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.06.013.

8. Samuel S., Ahmad R. E., Ramasamy T. S., Karunanithi P., Naveen S. V., Murali M. M., Abbas A. A., Kamarul T. Platelet-Rich Concentrate in Serum Free Medium Enhances Osteogenic Differentiation of Bone Marrow-Derived Human Mesenchymal Stromal Cells. *PeerJ*. 2016. Vol. 4. Article e2347. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.2347.

9. Murray I. R., Geeslin A. G., Goudie E. B., Petrigliano F. A., LaPrade R. F. Minimum Information for Studies Evaluating Biologics in Orthopaedics (MIBO): Platelet-Rich Plasma and Mesenchymal Stem Cells. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2017. Vol. 99, No. 10. P. 809–819. DOI: https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00793.

10. Zhang Y., Xing F., Luo R., Duan X. Platelet-Rich Plasma for Bone Fracture Treatment: A Systematic Review of Current Evidence in Preclinical and Clinical Studies. *Frontiers in Medicine*. 2021. Vol. 8. Article 676033. DOI: https://doi.org/10.3389/fmed.2021.676033.

11. Baht G. S., Vi L., Alman B. A. The Role of the Immune Cells in Fracture Healing. *Current Osteoporosis Reports*. 2018. Vol. 16, No. 2. P. 138–145. DOI: https://doi.org/10.1007/s11914-018-0423-2.

ТУБЕРКУЛЬОЗ ТА РОЗЛАДИ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВЖИВАННЯМ АЛКОГОЛЮ

Скороходова Наталя
Д.мед.н., професор
кафедри фтизіатрії і пульмонології
ЗДМФУ

Туберкульоз залишається провідною причиною інфекційної смертності у світі, причому понад 8% загальної кількості випадків захворювання безпосередньо зумовлені зловживанням алкоголем а в окремих регіонах цей показник досягає 10–20% від загальної смертності від ТБ[1].

Клінічний перебіг туберкульозу у пацієнтів із супутнім алкоголізмом характеризується тяжкістю, вираженою деструкцією та атиповою симптоматикою, що суттєво ускладнює своєчасну діагностику. Через когнітивне зниження, соціальну дезадаптацію та постійну алкогольну інтоксикацію пацієнти тривалий час ігнорують початкові симптоми інтоксикації, такі як загальна втомлюваність, пітливість, помірна задишка або втрата маси тіла [2].

Клінічний перебіг туберкульозу у цієї категорії пацієнтів вирізняється високою частотою деструктивних процесів та бактеріовиділення. Рентгенологічна картина туберкульозу у пацієнтів із розладами вживання алкоголю нерідко має атиповий характер. Досить часто спостерігається локалізація інфільтратів у нижніх частках легень, наявність поширених двобічних уражень або інфільтративно-пневмонічних змін без чітких меж. Такі атипові прояви часто стають причиною помилкової діагностики, що відтерміновує призначення адекватної протитуберкульозної терапії [3].

За умов вираженого імунодефіциту на тлі хронічної алкогольної хвороби зростає частота позалегеневих та дисемінованих форм туберкульозу. Найбільш складним для діагностики є ізольований гепатоспленічний туберкульоз, який перебігає без легеневих проявів і характеризується появою численних гіподенсних вогнищ у печінці та селезінці під час ультразвукового дослідження або КТ, що потребує диференціації з лімфомою та метастатичним раком [4].

Комплексний аналіз взаємозв'язку між алкогольною залежністю та туберкульозним процесом демонструє глибинний системний вплив етанолу на імунну відповідь, фармакокінетику протитуберкульозних препаратів, клінічну картину та прихильність пацієнтів до терапії [5].

Діагностика розладів вживання алкоголю включає скринінгові тести та лабораторні аналізи. Важливе значення має збір анамнезу, тести AUDIT та визначення специфічний маркерів хронічного зловживання алкоголю - ГГТ (гамма-глутамілтрансферази) та CDT (карбогідрат-дефіцитного трансферину).

Розробка терапевтичної стратегії лікування туберкульозу для пацієнтів з алкогольною залежністю базується на індивідуальній оцінці користі та ризиків.

При лікуванні хворим з розладами вживання алкоголю важливим є призначення адекватних доз піридоксину для попередження уражень нервової системи

Соціально-поведінкові фактори, такі як брак коштів, виражена астенія, соціальна стигматизація часто змушують пацієнтів переривати прийом ліків. Супровід хворих базується на створенні індивідуального плану, допомоги із залученням неурядових громадських організацій.

Поєднання туберкульозу та розладів, пов'язаних з вживанням алкоголю, становить складну проблему. Імуносупресивний та прооксидантний вплив етанолу формує передумови для важкого, деструктивного перебігу туберкульозу з бактеріовиділенням та атиповою рентгенологічною картиною. Фармакотерапія цієї групи хворих вимагає суворого клініко-лабораторного моніторингу гепатотоксичності, обов'язкової нейропротекції піридоксином. Забезпечення високої прихильності до лікування досягається шляхом впровадження інтегрованих мультидисциплінарних моделей, які поєднують безпосередньо контрольовану терапію з психосоціальною підтримкою.

Список літератури

1. Wigger GW, Bouton TC, Jacobson KR, Auld SC, Yeligar SM, Staitieh BS. The Impact of Alcohol Use Disorder on Tuberculosis: A Review of the Epidemiology and Potential Immunologic Mechanisms. Front Immunol. 2022 Mar 31;13:864817. 2. Ragan EJ, Kleinman MB, Sweigart B, Gnatienko N, Parry CD, Horsburgh CR, LaValley MP, Myers B, Jacobson KR. The impact of alcohol use on tuberculosis treatment outcomes: a systematic review and meta-analysis. Int J Tuberc Lung Dis. 2020 Jan 1;24(1):73-82.

3. Goto A, Komiya K, Kan T, Honjo K, Uchida S, Takikawa S, Yoshimatsu T, Fujimoto K, Johkoh T, Kadota JI. Factors associated with atypical radiological findings of pulmonary tuberculosis. PLoS One. 2019 Jul 25;14(7):e0220346.

4.Ayen AA, Genetu A, Belay BM, Fekadie MM, Kassa BD. Clinical Diagnosis of Tuberculosis With Atypical Manifestations Involving the Liver and Spleen With Spontaneous Subscapular Hematoma in a Resource-Limited Setting: A Case Report and Review of Literature. Case Rep Infect Dis. 2025 Nov 29;2025:6629614.

5. Oh YJ, Xuan X, Jung M, Kim S, Park Y, Woo HJ, Cho J, Kim S. The Correlation Between Alcohol Use Disorder and Tuberculosis. BSL 2024;30:181-188.

РОБОТ-АСИСТОВАНА НЕФРЕКТОМІЯ ПРИ КСАНТОГРАНУЛЕМАТОЗНОМУ ПІЄЛОНЕФРИТІ ТА ПІОНЕФРОЗІ: ХІРУРГІЧНА ТЕХНІКА В УМОВАХ ВАЖКОГО РУБЦЕВО-ЗАПАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Шаповалов Микита Сергійович
студент 4 курсу, спеціальність 222 – Медицина,
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,
м. Вінниця, Україна

Науковий керівник:
Вознюк Тетяна Олегівна
асистент курсу урології кафедри хірургії №1,
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,
м. Вінниця, Україна

Вступ:

Піонефроз та ксантогранулематозний пієлонефрит (КГП) є найважчими деструктивно-запальними захворюваннями нирок, які супроводжуються масивним періренальним фіброзом, поширенням запальної інфільтрації на заочеревинний простір, суміжні органи та фасцію [3, 11]. Традиційно основним методом лікування залишалася відкрита радикальна нефректомія, проте відкриті втручання в умовах важкої анатомічної дезорганізації супроводжуються високим рівнем післяопераційної морбідності та значною крововтратою [12, 16]. Впровадження малоінвазивних (лапароскопічних та робот-асистованих) методик дозволило суттєво зменшити об'єм крововтрати, частоту гемотрансфузій та тривалість перебування пацієнтів у стаціонарі [5, 14, 25]. Попри це, стандартна лапароскопія в умовах вираженого рубцево-запального процесу зіштовхується з обмеженнями через ригідність інструментів, 2D-візуалізацію та високу частоту незапланованої конверсії у відкриту операцію (15.6%–20.4%) [8, 14, 23].

Мета дослідження:

Систематизувати алгоритмт робот-асистованої нефректомії у пацієнтів із піонефрозом та ксантогранулематозним пієлонефритом в умовах важкого рубцево-запального процесу для зниження частоти інтра- та післяопераційних ускладнень, зменшення частоти конверсій у відкриту операцію та покращення післяопераційних наслідків.

Матеріали та методи:

Проведено аналіз наукових досліджень, що опубліковані за останні 5 років, на основі наукометричних баз Elsevier, PubMed, Scopus, Web of Science. Зі знайденого масиву літератури для подальшого аналізу було обрано 25 джерел.

Результати дослідження та їх обговорення:

І. Ксантогранулематозний пієлонефрит (КГП) та піонефроз

Ксантогранулематозний пієлонефрит (КГП) належить до особливих, атипових форм хронічного деструктивно-запального ураження ниркової паренхіми, що розвивається внаслідок тривалої інфекції та сечової обструкції [1, 3, 11]. Патогенетично процес характеризується прогресуючим некрозом ниркової тканини з інфільтрацією плазмоцитами, лімфоцитами та макрофагами, які фагоцитують ліпіди [3, 12]. Утворення характерних ліпідонаповнених макрофагів (ксантомних клітин / пінистих гістіоцитів) є патогномонічною гістологічною ознакою КГП, що призводить до повної заміни нормальної паренхіми нирки гранульоматозною тканиною та вираженим фіброзом [9, 12].

Розвиток піонефрозу та КГП тісно пов'язаний із наявністю хронічної обструкції сечовидільних шляхів, яка у понад 90% випадків викликана коралоподібним або заклиненим нефролітіазом [2, 18]. Через виражену тканинну деструкцію та невизначеність клінічної картини КГП до операції часто імітує злоякісні новоутворення нирки (нирково-клітинний рак, нефробластому) або туберкульозний процес [17, 24].

Клінічна картина КГП та піонефрозу характеризується вираженим поліморфізмом та тривалим перебігом [3, 11]. Найбільш частими симптомами є:

- рецидивуюча інфекція сечовидільних шляхів (54–55% випадків) [4, 12];
- біль у поперековій ділянці (36–70%) [11, 18];
- паранефральні рідинні скупчення та абсцеси (45–59%) [15, 18];
- уросепсис та виражений інтоксикаційний синдром (45%) [12, 15];
- утворення нориць (нефро-шкірні та нефро-кишкові нориці) [11, 23].

Захворюваність має чітку перевагу серед жінок (до 73–81.5% випадків), що пов'язують із вищою частотою хронічних інфекцій сечовидільної системи [3, 12].

Мікробіологічний спектр: бактеріурія виявляється у 91% пацієнтів. Основними патогенами є [4, 18]:

1. Escherichia coli — ізолюється у 55–60% позитивних посівів [4, 15].
2. Proteus mirabilis — виявляється у 18.5–25% випадків, особливо за наявності фосфатного літіазу [2, 12].
3. Enterococcus faecalis, Serratia marcescens та мікст-інфекції [11, 18].

Залежно від серії спостережень, антибіотикорезистентність збудників сягає 55–60% [4, 15, 18].

Променева діагностика та стадіювання за Malek & Elder

Комп'ютерна томографія (КТ) із контрастуванням є «золотим стандартом» діагностики КГП та піонефрозу із точністю понад 87%. Характерними КТ-ознаками є зниження або повна відсутність екскреторної функції нирки, тяжистість навколониркової жирової клітковини, виражене стоншення ниркової кори, розширення чашечково-мискової системи за типом «ведмежої лапи» (bear's paw sign) та наявність деструктивних вогнищ [17, 21].

За ступенем анатомічного поширення патологічного процесу застосовують класифікацію Малека та Елдера (Malek & Elder, 1978) [3, 11]:

1 стадія (нефрогенна / обмежена) — запальний процес локалізується виключно в межах ниркової паренхіми.

2 стадія (перинефритична) — запальна інфільтрація залучає ниркову капсулу та навколониркову жирову клітковину.

3 стадія (паранефральна / розповсюджена) — запалення поширюється на весь заочеревинний простір, включаючи ниркову фасцію, поперекові м'язи, судини та суміжні органи.

II. Хірургічна техніка та подолання технічних труднощів:

Через наявність щільних зрощень та виражену дезорганізацію тканинних площин виконання нефректомії є технічно складним завданням [1, 24]. Застосування малоінвазивних методик у цих умовах залишається обмеженим і вимагає значного хірургічного досвіду [5, 8, 14].

При виборі робототехнічного підходу розглядають два основні доступи [13, 20]:

- *Трансперитонеальний* (TP) доступ надає широкий огляд та прямий доступ до передньої поверхні нирки, однак вимагає розтину очеревини та мобілізації органів черевної порожнини. Це створює додаткові труднощі за наявності спайкового процесу в черевній порожнині після попередніх операцій [13, 24].

- *Заочеревинний / Ретроперитонеальний* (RP) доступ має суттєві технічні переваги при вираженому запаленні та спайках [13, 20]:

а) забезпечує безпосередній доступ до ниркової артерії з її задньої поверхні;

б) дозволяє уникнути входження в черевну порожнину та контакту з кишечником, що виключає ризик ушкодження внутрішньочеревних спайок;

в) заочеревинний простір забезпечує природний ефект тампонади/компресії при виникненні незначної кровотечі або підтікання сечі;

г) заочеревинний доступ асоціюється зі статистично значущим скороченням часу операції, меншим об’ємом крововтрати, зменшенням часу теплової ішемії та скороченням тривалості перебування пацієнта в стаціонарі.

Прецизійна дисекція ниркової ніжки та подолання анатомічних труднощів

Використання роботизованих систем демонструє відтворюваність та високу ефективність у складних анатомо-патологічних умовах. При важкому рубцево-запальному процесі ключовими технічними прийомами є [7, 9, 24]:

- пошарове виділення елементів ниркової ніжки з використанням робототехнічної прецизійності для запобігання ушкодженню судин [10, 20];

- застосування методик для мінімізація часу перетискання ниркових судин для збереження функціонального стану пацієнта [19, 22, 25];

- виділення в межах збережених тканин, за потреби, застосування безпосереднього видалення інфільтрованої тканинної маси [11, 24].

Хірургічне лікування, порівняння доступів та чинники конверсії

Основним методом лікування КГП та піонефрозу є хірургічне видалення ураженого органа (проста або радикальна нефректомія) на тлі антибактеріальної терапії. У близько 60% пацієнтів у передопераційному періоді виникає потреба в дренуванні верхніх сечовидільних шляхів або абсцесів (черезшкірна нефростомія або пункція скупчень) [18].

Вибір хірургічної методики при нефректомії в умовах важкого рубцево-запального процесу (КГП, піонефроз, виражений паранефрит) або анатомічній складності визначається балансом між інвазивністю, точністю дисекції та безпекою для пацієнта [2, 12, 16].

Порівняння хірургічних підходів:

1. *Відкрита хірургія (Open Surgery):* Історично залишається найчастіше використовуваним доступом при деструктивних запальних процесах (використовується у понад 90% випадків КГП), оскільки дозволяє проводити дисекцію у щільних інфільтратах або із застосуванням безпосереднього видалення фіброзних мас [11, 12, 16]. Однак відкритий доступ супроводжується значною операційною травмою, більшим об'ємом крововтрати, вищою частотою гемотрансфузій та тривалим періодом реабілітації [5, 16].

2. *Стандартна лапароскопія (LPN / LRN):* Забезпечує переваги малоінвазивного втручання (менша крововтрата, коротший стаціонарний етап), проте суттєво обмежена ригідністю інструментів із фіксованими осями обертання, 2D-візуалізацією та передачею фізіологічного тремору рук [5, 14, 16]. В умовах вираженого запалення це ускладнює прецизійну дисекцію ниркової ніжки та збільшує ризик ушкодження великих судин [14, 23].

3. *Робот-асистована хірургія (RAS / RPN / RRN):* Поєднує переваги малоінвазивності із високою технічною маневреністю завдяки 7 ступенів свободи, 3D-HD візуалізації з багаторазовим збільшенням, усуненню тремору та масштабуванню рухів хірургу [7, 10, 20]. Це дозволяє виконувати прецизійне виділення судин у заочеревинному просторі навіть при вираженому інфільтративному процесі [9, 24].

Малоінвазивні методики (лапароскопічні та робот-асистовані) забезпечують суттєві переваги: менший об'єм крововтрати (100 мл проти 400 мл при відкритому доступі), нижчу частоту гемотрансфузій (0% проти 45.5%), скорочення перебування в реанімаційному відділенні та стаціонарі (4 доби проти 7 діб) [7, 14, 16]. Визначальним чинником успіху є не стільки вибір малоінвазивного доступу, скільки анатомічна складність захворювання [2, 12].

Ускладнення:

I) Ушкодження суміжних органів та судинні травми: через виражений інфільтративно-рубцевий процес інтраопераційні травми виникають у 14.4%–20.4% пацієнтів [12, 23]. Найчастішими є судинні ушкодження (6.2%),

ушкодження ободової кишки (6.1%) та травми плеври/діафрагми (6.1%) [23, 24]. Травма діафрагми може в подальшому призводити до формування післяопераційної діафрагмальної грижі, що вимагає повторного хірургічного втручання під загальною анестезією [23].

II) Геморагічні ускладнення та гемотрансфузія: масивна операційна крововтрата (EBL ≥ 500 мл) спостерігається у 46.9%–70.0% пацієнтів [12, 16]. Частота гемотрансфузій сягає 34.4%–60.0% при відкритих та лапароскопічних втручаннях [11, 16].

III) Післяопераційні гнійно-запальні ускладнення: найбільш поширеними є інфекції хірургічної ділянки, формування зачеревних абсцесів або рідинних скупчень у ложі видаленої нирки (у 19.0%–45.0% випадків), які нерідко вимагають повторних пункцій та дренувань під контролем УЗД/КТ [4, 18, 23]. Також описані випадки утворення післяопераційних нефро-шкірних або кишкових нориць [11, 12].

Причини та частота конверсії у відкриту хірургію

При спробі виконання нефректомії малоінвазивним (лапароскопічним або робот-асистованим) доступом в умовах рубцево-запального процесу частота незапланованої конверсії у відкриту операцію залишається високою і становить від 15.6% до 20.4% [12, 14, 23].

Основними технічними тригерами конверсії є [8, 12, 24]:

1. Повна облітерація анатомічних площин дисекції: щільний рубцевий шар залучає судинну ніжку нирки, фасцію Ґероти та суміжні органи, унеможливлюючи безпечне виділення елементів ниркової ніжки [11, 24].

2. Неможливість адекватного контролю гемостазу: виражена кровоточивість запально-змінених тканин або травма великих судин (аорти, нижньої порожнистої вени, ниркових судин) вимагає термінового переходу до відкритого доступу [16, 23].

3. Залучення суміжних структур[11, 23, 24].

Висновки:

1. Застосування роботизованих хірургічних систем (RAS) забезпечує тривимірну візуалізацію високої чіткості (3D-HD), 7 ступенів свободи рухів інструментів Endowrist та приглушення фізичного тремору. Заочеревинний (ретроперитонеальний) робототехнічний доступ має суттєві переваги при рубцево-запальному процесі: забезпечує прямий доступ до ниркової артерії, дозволяє уникнути контакту зі спайками черевного простору, зменшує тривалість операції порівняно з трансперитонеальним доступом.

2. За даними мета-аналізів, використання робототехніки зменшує загальну частоту важких ускладнень порівняно зі стандартною відкритою операцією та лапароскопією.

3. Застосування роботизованого доступу дозволяє знизити середню крововтрату до 20–100 мл (проти 400 мл при відкритих втручаннях), скоротити

потребу в гемотрансфузіях до 0–5% (проти 34–60%) та зменшити тривалість госпіталізації до 1–2 діб (проти 4–7 діб при відкритій нефректомії) при збереженні високих показників безпеки пацієнта.

Отже, розробка та систематизація хірургічної техніки робот-асистованої нефректомії, визначення передопераційних факторів ризику конверсії та обґрунтування вибору хірургічного доступу при важкому рубцево-запальному процесі є надзвичайно актуальним завданням сучасної урології.

Список літератури

1. Akhdar, M., Zajicek, J., Woodward, C., & Abd El Barr, A. E. R. (2026). Robotic Heminephrectomy for Xanthogranulomatous Pyelonephritis in a Pediatric Patient. Cureus, 18(4), e106590. https://doi.org/10.7759/cureus.106590

2. Arikan, Y., Eroğlu, A., Yildirim, M., Erdoğan, U. C., Dumanli, E., Onder, H., & Keskin, M. Z. (2026). Beyond complications: the mayo adhesive probability (MAP) score as an imaging biomarker of surgical complexity in percutaneous nephrolithotomy. Urolithiasis, 54(1), 146. https://doi.org/10.1007/s00240-026-02044-8

3. Berends, R. W. J., Pulford, C., Miller, C., O'Pry, E., Eames, R., Shockley, K., & Maatman, T. (2026). Xanthogranulomatous Pyelonephritis Presenting as Significant Hydronephrosis in an Adult Male Who Was Managed with Robotic-Assisted Radical Nephrectomy: A Case Report and Current Literature Review. Case reports in urology, 2026, 2534184. https://doi.org/10.1155/criu/2534184

4. Bertolo, R., Ditonno, F., Veccia, A., Montanaro, F., & Antonelli, A. (2025). Predictors of postoperative infectious complications after partial nephrectomy: Analysis at a referral institution. Asian journal of urology, 12(2), 236–243. https://doi.org/10.1016/j.ajur.2024.06.002

5. Buckland, B., Tree, K., Best, O., (2024). Robotic versus Laparoscopic Partial Nephrectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Trials. Surgical technology international, 45, sti45/1805. Advance online publication.

6. Di Maida F, Bravi C, De Groote R . (2025). Robot-assisted radical nephroureterectomy for locally advanced upper tract urothelial carcinoma: a multicenter study by the Junior ERUS/YAU Working Group on Robot-assisted Surgery European Journal of Surgical Oncology,

7. Gavi, F., Fettucciari, D., Rocco, B. (2026). Robot-assisted vs open partial nephrectomy: a propensity-matched analysis of perioperative outcomes and midterm oncologic safety. International urology and nephrology, 58(7), 2445–2452. https://doi.org/10.1007/s11255-025-04977-2

8. Gonda, M., Nagai, T., Ishikawa, D., Aoki, M., Morikawa, T., Shimizu, N., Etani, T., Naiki, T., Hamamoto, S., Okada, A., Kawai, N., & Yasui, T. (2025). Evaluating the learning curve of robot-assisted partial nephrectomy with the cumulative sum method. Journal of robotic surgery, 19(1), 418. https://doi.org/10.1007/s11701-025-02599-5

9. Gupta, Apurva & Sinha, Arvind & Yadav, Taruna. (2024). Robotic nephrectomy in pediatric xanthogranulomatous pyelonephritis: technical challenges and

considerations. Journal of Pediatric Endoscopic Surgery. 7. 1-6. 10.1007/s42804-024-00237-9.

10. Hevia, Vital & Paesano, Nahuel & Barrientos, Facundo & Duque-Ruiz, Gemma & Lista-Mateos, Fernando & Justo, Juan & romero otero, Javier. (2025). Three-Dimensional Virtual Models in Robot Assisted Partial Nephrectomy: A Needed Tool in the Era of Precision Surgery. Current Urology Reports. 26. 10.1007/s11934-025-01288-y.

11. Kelly, C., Anderson, S., Looney, A., & Galvin, D. (2024). Nephrectomy for xanthogranulomatous pyelonephritis-a not-so-simple solution. Irish journal of medical science, 193(2), 1055–1060. https://doi.org/10.1007/s11845-023-03496-2

12. Lagos Beitz, Horst & Hek, Renée & Castillejos-Molina, Ricardo Alonso. (2025). Predictors of Complications and Surgical Approach in Xanthogranulomatous Pyelonephritis: A 10-Year Cohort Study. 10.21203/rs.3.rs-7553014/v1.

13. Lanzotti, N. J., Felice, M., Janakiraman, S., Lewer, O., & Gupta, G. N. (2024). Robotic transperitoneal versus retroperitoneal approach for anterior renal mass nephron-sparing surgery. Journal of robotic surgery, 18(1), 75. https://doi.org/10.1007/s11701-023-01798-2

14. Leow, J. J., Heah, N. H., Chang, S. L., Chong, Y. L., & Png, K. S. (2016). Outcomes of Robotic versus Laparoscopic Partial Nephrectomy: an Updated Meta-Analysis of 4,919 Patients. The Journal of urology, 196(5), 1371–1377. https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.06.011

15. Li, S., Zheng, J., Song, Y., & Fan, L. (2026). Minimally invasive treatment of emphysematous pyelonephritis in diabetic patients: a comparative study. BMC urology, 26(1), 138. https://doi.org/10.1186/s12894-026-02142-0

16. Lin, M., Sottung, E., Phan, V. & Maio, V. (2026). Comparative outcomes and costs of robotic assisted, laparoscopic, and open partial nephrectomy: a contemporary analysis of national inpatient sample data. World journal of urology, 44(1), 235. https://doi.org/10.1007/s00345-026-06329-w

17. Liu, M. M., Bane, O. (2026). Multiparametric MRI for Predicting Renal Function Deterioration and Chronic Kidney Disease Development in Patients Undergoing Nephrectomy for Renal Masses: A Pilot Study. Journal of magnetic resonance imaging : JMRI, 63(4), 1025–1039. https://doi.org/10.1002/jmri.70213

18. Maiti, K., Maity, S., Santra, A., & Sarkar, D. (2025). A prospective study on the outcome of pyonephrosis and infected hydronephrosis drained by percutaneous nephrostomy - a tertiary care centre experience. Turkish journal of surgery, 41(4), 411–417. Advance online publication. https://doi.org/10.47717/turkjsurg.2025.2025-4-26

19. Martini, A., Sfakianos, J. P. (2019). Predicting acute kidney injury after robot-assisted partial nephrectomy: Implications for patient selection and postoperative management. Urologic oncology, 37(7), 445–451. https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2019.04.018

20. Pathak, S., & Bhardwaj, M. (2025). Robotic Nephrectomy in a Patient With a Single Kidney: An Approach Ensuring Safety and Success. Cureus, 17(8), e90824. https://doi.org/10.7759/cureus.90824

21. Sheikhy, Ali & Dehghani Firouzabadi, Fatemeh & Lay, Nathan & Jarrah, Negin & Yazdian, Pouria & Malayeri, Ashkan. (2025). State of the art review of AI in renal imaging. Abdominal Radiology. 50. 5305-5323. 10.1007/s00261-025-04963-3.

22. Soputro, N. A., Mikesell, C. D., Younis, S. K., (2025). Development and Internal Validation of a Novel Nomogram to Predict the Risk of Postoperative Acute Kidney Injury Following Robot-assisted Partial Nephrectomy. Urology, 199, 97–103. https://doi.org/10.1016/j.urology.2025.01.043

23. Terry, Russell & Otto, Brandon & Celis, Valeria & Sotelo, Rene & Su, Li-Ming. (2025). Complications and Management of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy. 10.1007/978-3-031-72305-6_19.

24. Ucpinar, B., Rich, J. M., Okhawere, K. E., & Badani, K. K. (2023). Robot-assisted partial nephrectomy for complex renal tumors: Analysis of a large multi-institutional database. Urologic oncology, 41(8), 358.e9–358.e15. https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2023.05.016

25. Yu, Y. D., Nguyen, N. H., Ryu, H. Y., & Lee, S. (2019). Predictors of renal function after open and robot-assisted partial nephrectomy: A propensity score-matched study. International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association, 26(3), 377–384. https://doi.org/10.1111/iju.13879

ГОЛОВНИЙ БІЛЬ У ДІТЕЙ: ОЗНАКИ НЕБЕЗПЕКИ ТА АЛГОРИТМИ ОБСТЕЖЕННЯ

Яремчук Вікторія Михайлівна
студентка медичного факультету
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Черненко Лариса Миколаївна
кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри педіатрії №2
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Вступ

Головний біль належить до найчастіших скарг у педіатричній практиці. У більшості випадків він є первинним і не пов'язаний з небезпечним захворюванням, проте іноді стає першим проявом ураження центральної нервової системи, коли від своєчасної діагностики залежить результат лікування. Завдання лікаря ускладнює ризик помилки в обидва боки: зайві обстеження здоровій дитині або пропуск серйозної причини. Зменшити цей ризик допомагають ознаки небезпеки (red flags) та послідовний алгоритм обстеження.

Мета

Визначити ознаки небезпеки при головному болю в дітей та описати алгоритм обстеження, який дає змогу відрізнити первинний головний біль від вторинного.

Матеріали та методи

Проаналізовано чотири джерела: міжнародну класифікацію головного болю ICHD-3 [1], настанову Американської академії неврології та Child Neurology Society щодо обстеження дітей із повторним головним болем [2], ретроспективне дослідження 109 дітей про ознаки небезпеки [3] та огляд 2026 року про діагностичні труднощі головного болю в дитячому віці [4].

Результати та обговорення

Першим завданням обстеження є визначити, чи головний біль первинний, чи вторинний. За міжнародною класифікацією ICHD-3 первинний біль є самостійним захворюванням, наприклад мігренню, головним болем напруження чи тригеміно-вегетативною цефалгією, а вторинний виступає симптомом іншого стану, зокрема інфекції або пухлини [1]. Це розрізнення визначає подальшу тактику: при первинному болю лікують сам біль, а при вторинному спершу потрібно знайти й усунути його причину. Відрізнити ці варіанти допомагає насамперед клінічна картина, тому в дітей із повторним головним болем діагноз встановлюють на основі розпиту та неврологічного огляду, а не лабораторних чи інструментальних методів [2, 4].

Тому першим кроком є розпит. З'ясовують, коли біль почався, як змінюється впродовж доби, чи наростає з часом і які симптоми його супроводжують. Малі діти часто не можуть описати свій біль, і в такому разі користуються

структурованими опитувальниками, зокрема HARDSHIP та ID Migraine [4]. Вже на цьому етапі можна виявити ознаки небезпеки, які дають підставу запідозрити вторинний головний біль.

Ознаки небезпеки є клінічними проявами, які можуть указувати на вторинну причину болю. Кожна з них окремо має невисоку діагностичну цінність, тому оцінювати потрібно їх поєднання, динаміку та відповідність даним огляду [4]. До найважливіших належать патологічний неврологічний статус або вогнищеві симптоми, наростання болю, раптовий початок за типом удару грому, системні прояви (лихоманка, втрата ваги, імунодефіцит) та ознаки підвищеного внутрішньочерепного тиску, зокрема стійке блювання і набряк диска зорового нерва [4]. Набряк диска можна виявити лише під час огляду очного дна, тому другим кроком стає неврологічний огляд, який включає і це дослідження.

Які саме ознаки найбільше свідчать про небезпечну причину, вивчали окремо. Настанова Американської академії неврології називає ознаки, що можуть указувати на об'ємне утворення мозку: тривалість головного болю менш як місяць, відсутність мігрені в родині, порушений неврологічний статус, розлади ходи та судоми [2]. Ретроспективне дослідження 109 дітей перевірило, які ознаки найточніше передбачають невідкладні внутрішньочерепні ураження. Такими виявилися гострий початок (менш як 3 місяці), порушення свідомості, вогнищеві рухові порушення, а також зміни з боку очей чи зіниць або косоокість [3]. Щоб оцінювати ці ознаки разом, на їх основі створили шкалу. Вона добре розрізняла хворих і здорових дітей (AUC 0,84; значення, ближче до 1, означає кращу здатність шкали розрізняти їх), проте потребує перевірки на інших групах дітей [3].

Наступний крок полягає в рішенні щодо нейровізуалізації (МРТ, КТ), і воно залежить від результатів двох попередніх етапів. Якщо неврологічний статус нормальний, настанова [2] не рекомендує виконувати її рутино, а розглядати дослідження пропонує за змін під час огляду або за інших ознак ураження центральної нервової системи. Огляд 2026 року уточнює, що окрема ознака небезпеки рідко є підставою для термінового дослідження, а вагомою підставою є поєднання кількох ознак, змінений неврологічний статус або системні прояви [4]. До того ж у дітей із нормальним статусом МРТ малоінформативна, а випадкові знахідки можуть лише спричинити зайве занепокоєння без клінічної користі [4]. Отже, нейровізуалізація має відповідати виявленим ознакам, а не призначатися всім дітям із головним болем.

Інші дослідження призначають за конкретними показаннями. ЕЕГ не рекомендована для рутинного обстеження, оскільки не визначає причину болю й не відрізняє мігрень від інших видів головного болю [2]. Її розглядають за пароксизмальних зорових симптомів або відомих судом [4]. До офтальмолога направляють при погіршенні зору, болю чи почервонінні ока та двоїнні [4]. Для рутинних лабораторних аналізів і люмбальної пункції даних недостатньо, тому загальної рекомендації немає [2].

Таким чином, послідовність дій визначається результатом кожного попереднього етапу. За змінного неврологічного статусу або кількох ознак

небезпеки обґрунтованою є нейровізуалізація та рішення щодо подальшого направлення [3, 4]. Якщо статус нормальний і ознак небезпеки немає, рутинні дослідження не потрібні, а батькам пояснюють, які зміни мають стати приводом для повторного звернення [2, 4]. Остаточне рішення ухвалюють за станом конкретної дитини.

Висновки

1. Головний біль у дітей діагностують насамперед клінічно, тому розпит і неврологічний огляд залишаються основою обстеження [2, 4].

2. Ознаки небезпеки слабкі поодинці, тому їх оцінюють разом, з урахуванням віку, динаміки та даних огляду [3, 4].

3. Нейровізуалізація потрібна за змінного неврологічного статусу чи поєднання кількох ознак, а за нормального статусу рутинні дослідження зазвичай зайві [2, 4].

4. Шкали на основі ознак небезпеки виглядають перспективними, але їх ще треба перевірити [3].

Список літератури

1. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. Cephalalgia. 2018. Vol. 38, no. 1. P. 1–211. DOI: https://doi.org/10.1177/0333102417738202 (date of access: 29.10.2026).

2. Lewis D. W., Ashwal S., Dahl G. et al. Practice parameter: evaluation of children and adolescents with recurrent headaches: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. Neurology. 2002. Vol. 59, no. 4. P. 490–498. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12196640/ (date of access: 29.10.2026).

3. Manoyana A., Angkurawaranon S., Katib S. et al. Diagnostic Values of Red Flags and a Clinical Prediction Score for Emergent Intracranial Lesions in Non-Traumatic Pediatric Headaches. Children. 2022. Vol. 9, no. 6. 863. DOI: https://doi.org/10.3390/children9060863 (date of access: 29.10.2026).

4. Papetti L., Borrelli A., Granata C. et al. Beyond ICHD-3 criteria: Diagnostic challenges in headache in pediatric age. Cephalalgia. 2026. Vol. 46, no. 6. DOI: https://doi.org/10.1177/03331024261447378 (date of access: 29.10.2026).

MODELING THE FORMATION AND ACCUMULATION OF DEPOSITS AND OPTIMIZING SYSTEMS FOR THEIR REMOVAL IN MAIN PIPELINES

Rastsvietaiev Valerii
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling,
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine
e

Yavorska Viktoriia
Assistant of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling,
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Yashyn Denys
Postgraduate Student of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling,
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Koroviaka Mariia
Student of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling,
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

The accumulation of paraffin, asphaltene, mineral, and corrosion deposits on the internal surfaces of main pipelines is one of the major factors contributing to reduced efficiency in oil and gas transportation [1-3]. Deposits decrease the effective flow cross-sectional area, increase hydraulic resistance and pumping energy consumption, raise operating costs, and increase the risk of corrosion and pipeline failures [4-6].

Computational fluid dynamics (CFD), based on the Navier-Stokes equations, heat transfer equations, and kinetic models of deposit formation, is employed to simulate deposit accumulation [7-9]. Numerical simulations are performed using ANSYS Fluent and OpenFOAM, while genetic algorithms and particle swarm optimization are applied to optimize deposit removal systems [10-12].

The study establishes that deposit accumulation rates depend on temperature, flow velocity, the physicochemical composition of the transported fluid, internal pipe wall roughness, and the effectiveness of chemical inhibitors [13-15]. A decrease in crude oil temperature below the wax appearance temperature (WAT) promotes paraffin crystallization and subsequent deposition on pipeline walls [16-18].

The modeling results demonstrate that deposit formation is non-uniform along the pipeline [19-21]. Maximum accumulation occurs predominantly 40-70 km downstream from the inlet, where the fluid temperature falls below the WAT [22-24]. Under baseline operating conditions, the maximum deposit thickness may reach

approximately 9.8 mm after 180 days, while thicknesses of 8-12 mm may develop in high-risk zones over a period of 180-365 days.

Lower pipeline inlet temperatures and reduced flow velocities contribute to more intensive deposit accumulation [25-27]. According to the simulation results, increasing the inlet temperature from 60 to 70 °C reduces the maximum deposit thickness from approximately 9.8 to 5.1 mm over 180 days. Increasing the flow velocity from 1.5 to 2.0 m/s decreases the maximum thickness to 6.7 mm owing to enhanced wall shear stresses and the removal of a portion of the deposited material.

The study substantiates the advantages of an integrated removal strategy combining mechanical pigging, chemical inhibition, and periodic thermal flushing [28-30]. Optimizing cleaning intervals, inhibitor dosages, and thermal treatment schedules makes it possible to reduce unnecessary maintenance interventions while maintaining the required pipeline operating parameters [31-33].

The simulation results indicate that the optimized hybrid strategy reduces pumping energy losses by 28-35% and total deposit remediation and downtime costs by 40-55%. The frequency of mechanical pigging can be reduced by 40-65% compared with conventional approaches, provided that the pipeline condition is adequately monitored. The study proposes a transition from reactive maintenance, which addresses deposits after they have formed, to predictive pipeline condition management [34, 35]. Integrating the mathematical model with Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems and digital twins enables the use of real-time data on temperature, pressure, flow rate, and fluid composition to identify high-risk zones and schedule cleaning operations in a timely manner.

The scientific novelty lies in integrating hydrodynamic, heat transfer, and deposit formation kinetic models with optimization algorithms for deposit removal [36, 37]. The study identifies the relationships between key operating parameters and deposit formation intensity, accounts for time-dependent changes in deposit properties, and develops an adaptive algorithm for predictive pipeline cleaning scheduling.

The proposed approach can contribute to improving pipeline throughput, reducing energy consumption and chemical usage, minimizing operational downtime, and extending the service life of equipment. Furthermore, its implementation can help enhance the overall efficiency and reliability of pipeline systems while mitigating the risks of leaks, reducing maintenance requirements, and minimizing potential adverse environmental impacts.

Future research should focus on incorporating transient multiphase flow conditions into the proposed framework to improve its applicability to complex and dynamically changing pipeline operating environments. Further efforts should also be directed toward refining kinetic models of deposit aging to more accurately represent the evolution of deposit properties over time. In addition, the application of artificial intelligence and machine learning techniques could enable adaptive real-time optimization, enhance predictive capabilities, and support more efficient operational decision-making. Finally, experimental validation should be expanded under challenging operating conditions to assess the robustness, reliability, and practical applicability of the proposed approach across a wider range of industrial scenarios.

The developed integrated modeling and optimization framework enables the prediction of deposit accumulation in main pipelines and the identification of economically efficient deposit removal strategies. Its implementation can improve the reliability and energy efficiency of pipeline transportation, reduce operating costs, and support the environmentally responsible operation of oil and gas infrastructure.

References

1. Rastsvietaiev, V., Haddad, J., Pashchenko, O., Shporta, A., & Tymchenko, S. (2026). Modeling of deposit accumulation processes and optimization of their removal systems in main pipelines. *Collection of Research Papers of the National Mining University,* (85), 114–126. https://doi.org/10.33271/crpnmu/85.114

2. Tleugaliyeva, Z., Ayapbergenov, Y., Ogay, Y., Turkmenbayeva, M., Akkenzheyeva, A., & Shakirova, A. (2026). Investigation of chemical formulations for the removal of asphaltene-resin-paraffin deposits. *Kazakhstan Journal for Oil & Gas Industry,* 8, 50–59. https://doi.org/10.54859/kjogi108979

3. Rastsvietaiev, V.O., Haddad, J., Aziukovskyi, O.O., Pashchenko, O.A., Babenko, M.V., & Vasylchenko, D.O. (2026). Development and Evaluation of Combined Methods for Cleaning Paraffin Wax Deposits in Pipelines Oil and Gas Industry. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu,* (1), 50-57. https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-1/050

4. Gasimzade, A., & Nurullayev, V. (2026). Laboratory evaluation of the synergistic rheological effect of composite reagents in paraffin-containing model crude oil systems. *Egyptian Journal of Petroleum,* 35. https://doi.org/10.62593/2090-2468.1130

5. Rastsvietaiev, V.O. (2026). Research on the Mechanisms of Deposit Formation and Development of a Comprehensive System for Combating Them in Trunk Pipelines. *Науковий вісник ДонНТУ, 2*(17), 18-28. https://doi.org/10.31474/2415-7902-2026-2-17-18-28

6. Gouveia Marques, D., Mian, H., Ayres Rebello, T., Hewage, K., Sadiq, R., & Campos, V. (2026). Hydraulic, economic, and environmental assessment of throughput-increase strategies in intermittently pumped water treatment systems. *Water Conservation Science and Engineering,* 11. https://doi.org/10.1007/s41101-026-00580-3

7. Расцвєтаєв, В.О., Азюковський, О.О., Пащенко, О.А., Яворська, В.В., Бабенко, М.В. (2025). Неруйнівні методи оцінки впливу газогідратів на міцність магістральних трубопроводів. *Технічна інженерія, 2*(96), 322-330. https://doi.org/10.26642/ten-2025-2(96)-322-330

8. Elmeriah, A., Marni Sandid, A., Taieb, S., Nehari, D., & Chouli, F. (2026). Computational fluid dynamics study (CFD) of cooling systems heat transfer fluids (HTFS) for electrical cabins. *Journal of Thermal Engineering,* 12, 1480–1492. https://doi.org/10.47481/jten.0045

9. Расцвєтаєв, В.О., Азюковський, О.О., Пащенко, О.А., Бабенко, М.В., Васильченко, Д.О. (2025). Термодинамічні та кінетичні аспекти формування

газогідратів у магістральних трубопроводах. *Вісті Донецького гірничого інституту, 2*(57), 7-14. https://doi.org/10.31474/1999-981X-2025-2-7-14

10. Hu, Q., & Chen, G. (2025). Structural optimization of reinforced concrete bifurcation pipes based on particle swarm genetic hybrid algorithm. *Advances in Research*, 26, 721–735. https://doi.org/10.9734/air/2025/v26i41450

11. Rastsvietaiev, V.O., Yavorska, V.V., Vasylchenko, D.O., Yashyn, D.O., & Koroviaka, M.Ye. (2026). Justification of technological solutions for methods of prediction and control of deposits in trunk pipelines. *Technical Engineering, 1*(97), 498-506. https://doi.org/10.26642/ten-2026-1(97)-498-506

12. Al-Salihi, T. (2026). A systematic review of integrated multi-physics and AI-based modeling of photovoltaic–thermal (PV/T) systems enhanced with porous fins using ANSYS, Python, and MATLAB for improved energy performance. *Al-Noor Journal of Engineering Management and Computer Science,* 34–54. https://doi.org/10.71229/gf59wy32

13. Panahov, G., Abbasov, E., Siginer, D., Bakhtiyarov, S., & Guseynov, V. (2026). Hydrodynamic features of two-phase oil–gas flow in pipelines. *Dynamics,* 6, Article 28. https://doi.org/10.3390/dynamics6030028

14. Расцвєтаєв, В.О., Азюковський, О.О., Бабенко, М.В., Васильченко, Д.О. (2025). Шляхи коригування взаємодією елементів газоперекачувальних агрегатів магістральних трубопроводів для покращення їх ефективності в умовах температурних коливань. *Науковий вісник ДонНТУ, 1*(14), 185–200. https://doi.org/10.31474/2415-7902-2025-1-14-185-200

15. Duan, C., Alotaibi, H., Iqbal, J., & Akbar, Y. (2026). Prediction of aerothermal heating sensitivity and drag of hypersonic glide vehicles surfaces using AI-RSM for plasma sheath mitigation with magnetite hybrid nanofluid coating. *International Communications in Heat and Mass Transfer,* 178, Article 111990. https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2026.111990

16. Haddad, J., Alfaqs, F., Pashchenko, O., Khomenko, V., & Rastsvietaiev, V. (2026). Dynamics of the destruction of paraffin deposits in oil–gas systems under cyclic pressure. Journal of Engineering and *Applied Science, 73*(1), 160. https://doi.org/10.1186/s44147-026-01007-5

17. Ugo, N., Omoseebi, A. O., Alao, A., & Adeoye, B. (2026). Paraffin wax deposition and remediation techniques in crude oil system: A review. *Engineering Headway,* 33, 41–64. https://doi.org/10.4028/p-IqIyA7

18. Rastsvietaiev, V., Kamyshatskyi, O., Petrenko, V., Dmytruk, O., & Vashchenko, I. (2026). Integration of digital technologies and environmentally sustainable solutions for optimizing hydrocarbon transportation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1630*(1), 012055. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1630/1/012055

19. Wen, J., Jia, P., Han, Q., Wang, X., Yun, F., Sui, Z., Shang, S., & Wang, L. (2026). Dynamic modeling and experimental verification of transverse vibration of hydraulic pipelines in subsea control system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*. https://doi.org/10.1177/09544062261468820

20. Rastsvietaiev, V., Aziukovskyi, O., Babenko, M., Vasylchenko, D., Yashyn, D. (2026). Innovative Approaches to Managing Deposit Formation Processes in Main Pipeline Systems. *Collection of Research Paper of National Mining University,* 84, 149-160. https://doi.org/10.33271/crpnmu/84.149

21. Hong, J., Wang, Z., Jiang, H., Sun, M., Wang, W., & Ling, K. (2026). *Modeling of gelling deposit behavior and flow state of produced emulsion in gathering pipelines without hot water heat tracing.* https://doi.org/10.2118/234156-MS

22. Pashchenko, O., Aziukovskyi, O., Rastsvietaiev, V., & Zabolotna, Yu. (2025). Construction and operation of main pipelines in complex geodetic conditions using horizontal directional drilling. *Geo-Technical Mechanics,* 172, 76–85. https://doi.org/10.15407/geotm2025.172.076

23. Akinsola, G. E., & Obaseki, M. (2026). Smart subsea maintenance: An integrated approach to wax and flange management. *Chemical Thermodynamics and Thermal Analysis,* 23, Article 100333. https://doi.org/10.1016/j.ctta.2026.100333

24. Заболотна, Ю.О., Азюковський, О.О., Расцвєтаєв, В.О., Кучин, О.С., Бабенко, М.В. (2025). Концепція застосування сучасних геодезичних методів при проєктуванні та спорудженні перетинів магістральних трубопроводів із залізничними коліями. *Збірник наукових праць НГУ,* 81, 209–221. https://doi.org/10.33271/crpnmu/81.209

25. Ufat, H. (2026). Investigation of indoor air temperature and velocity distribution in an office at different inlet conditions using CFD. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14, 786–797. https://doi.org/10.29130/dubited.1846844

26. Пащенко, О. А., Коровяка, Є. А., Хоменко, В. Л., & Расцвєтаєв, В. О. (2026). *Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння.* Журфонд. https://doi.org/10.33271/DUT.012

27. Nguyen, T., Bui, H., Huynh, N., & Kim, D. (2026). Numerical and experimental investigation of inlet velocity effects on nozzle flow behavior and dimensional accuracy in metal-PLA composite material extrusion. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* 1–14. https://doi.org/10.1007/s00170-026-19149-4

28. Wang, L., Chen, J., Xing, L., Wang, C., & Liu, J. (2026). A multidimensional integrated diagnostic strategy using needle sheath flushing solution: Combining PGM-based GPC3 protein detection and gene methylation analysis for improved liver cancer diagnosis. *Analytical Methods*. https://doi.org/10.1039/D6AY01519K

29. Расцвєтаєв, В.О., Азюковський, О.О., Заболотна, Ю.О., Яшин, Д.О., Бабенко, М.В. (2025). Оцінювання технічного стану переходу магістрального газопроводу «Шебелинка-Диканька-Київ» через залізничну колію. *Збірник наукових праць НГУ,* 83, 324–337. https://doi.org/10.33271/crpnmu/83.324

30. Bilgi, C. (2026). Probabilistic aging assessment of aerospace Bakelite materials via integrated chemical, thermal, mechanical and microstructural characterization. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi,* 18, 156–173. https://doi.org/10.29137/ijerad.1952747

31. Rastsvietaiev, V., & Vasylchenko, D. (2025). Technological and Energy Advantages of Induction Heating in Oil Transportation Systems by Pipelines. *Coll.res.pap.nat.min.univ.* 82, 246–257. https://doi.org/10.33271/crpnmu/82.246

32. Dominonni, P., & Villela, G. (2026). The technical future of military and public-security vehicle maintenance: The predictive shift and Brazil's recent army experience. https://doi.org/10.5281/zenodo.22818806

33. Расцвєтаєв, В.О., Азюковський, О.О., Бабенко, М.В., & Васильченко, Д.О. (2025). До питання перспектив застосування індукційного нагріву у системах транспортування нафти трубопроводами. *Науковий вісник ДонНТУ, 2*(15), 232–245. https://doi.org/10.31474/2415-7902-2025-2-15-232-245

34. Jaramillo, I.-F., Orozco-Iguasnia, W., Quinteros, R., Villarroel-Molina, R., & Vilcacundo-Chiluisa, A. (2026). A machine learning-based predictive model for maintenance management of combustion engines in the agricultural sector. *Algorithms*, 19, Article 618. https://doi.org/10.3390/a19080618

35. Rastsvietaiev, V., & Yashyn, D. (2026). On the issue of developing a combined method for removing paraffin deposits in oil and gas pipelines. In *Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference* (pp. 189–195). Oslo, Norway. https://isg-konf.com/vectors-of-scientific-progress-international-experience-and-strategic-priorities/

36. Yan, X., Ren, D., Feng, J., Tang, Z., & Fang, Z. (2026). Factors and kinetics of fat, oil and grease deposit formation in kitchen wastewater. *Civil Engineering Journal,* 12, 1959–1977. https://doi.org/10.28991/CEJ-2026-012-05-016

37. Al-Rawashdeh, M., Haddad, J., Pashchenko, O., & Rastsvietaiev, V. (2026). Optimising transportation routes of oil trucking taking into consideration various economic factors. *Journal of Advanced Transportation,* 2026, Article 3067703. https://doi.org/10.1155/atr/3067703

METHODS OF TRANSLATING AND LOCALIZING PROPER NAMES IN ANIMATED FILMS: THE CASE OF "CARS" (2006)

Kravchenia Diana
Student at the Department of Linguistics and Translation,
Faculty of Foreign Languages,
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

Sorochan Oleksandr
Assistant Professor at the Department of Linguistics and Translation,
Faculty of Foreign Languages,
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

In modern translation studies, audiovisual translation (AVT) has become an important area of research, as it involves the interaction of verbal, acoustic, and visual elements within a single multimodal process [1, pp. 1–4]. One of the most challenging aspects of AVT is the rendering of proper names (onyms), which carry not only nominative and identification functions, but also cultural, stylistic, expressive, and pragmatic loads [2, pp. 70–71]. The relevance of this study is determined by the need to identify and systematize the strategies used to translate proper names in Ukrainian dubbing. Pixar's Cars (2006) provides a valuable basis for this research, being the first feature-length animated film officially dubbed into Ukrainian, marking an important step in the development of audiovisual translation in Ukraine.

In general linguistics, a proper name is defined as a specific linguistic unit serving to individualize unique real-world or fictional entities through direct reference rather than abstract conceptual categorization [3, pp. 379–380]. According to onomastic theory, the semantics of proper names are closely tied to the real-world context and the background knowledge associated with the people, places, or objects they refer to [4, pp. 11–13]. In literary and audiovisual texts, onyms function as key elements of characterization, narrative orientation, and cultural encoding [4, p. 18]. The denotative classification of proper names allows researchers to structure the onomastic space into distinct categories: anthroponyms (names of persons/characters), toponyms and oikonyms (geographic locations and settlements), ergonyms (names of organizations, institutions, and commercial brands), ideonyms and chrematonyms (names of artworks, events, and cultural artifacts), and pragmatonyms (brand names of manufactured goods and vehicles) [5, pp. 45–46; 4, pp. 22–23]. Each of these categories exhibits varying degrees of semantic transparency and cultural specificity, requiring tailored translation strategies.

A central theoretical consideration in dubbing is the relationship between formal and dynamic (functional) equivalence [6, pp. 243–245; 7, pp. 159–162]. While formal equivalence prioritizes structural and phonetic fidelity to the source text, dynamic

equivalence focuses on achieving an equivalent pragmatic and emotional effect on the target audience [7, pp. 159–162; 8, pp. 34–36]. In dubbing, translators operate under severe technical constraints: lip synchrony (lip-sync), which requires phonetic matching of character lip movements; temporal synchrony (isochrony), which dictates strict compliance with utterance duration; and multimodal coherence, which demands seamless integration between spoken dialogue and on-screen visual imagery [1, pp. 68–75; 9, pp. 7–10; 10, pp. 199–201]. In animated films intended for family audiences, particular emphasis is placed on ensuring immediate comprehension, maintaining humour, and preserving character identity. This often requires translators to move beyond literal accuracy and adopt functional equivalence and creative localization strategies to achieve a similar effect on the target audience [1, pp. 141–144; 11, pp. 76–79].

To systematically investigate these translation patterns, a comprehensive corpus of 132 proper names was gathered from "Cars" (2006) using the continuous sampling method across both acoustic (spoken dialogue) and visual (on-screen text and graphics) channels. The quantitative distribution of the collected onyms reveals a clear structural hierarchy dominated by anthroponyms (52 units, 39.4%), which form the core of the film's characterization system. Ergonyms account for 27 units (20.5%), reflecting the highly commercialized, "automotive" universe populated by sponsors and service establishments. Toponyms represent 25 units (18.9%), establishing the spatial and geographic framework of the narrative. Ideonyms and chrematonyms account for 22 units (16.7%), encompassing sports trophies, media channels, and parodic movie titles, while pragmatonyms account for 6 units (4.5%), referring to specific car models and technical brand designations.

An analysis of translation techniques demonstrates a wide range of lexical, grammatical, and stylistic transformations used to render the onomastic space into Ukrainian [12, pp. 85–89; 13, pp. 33–36]:

1. Transcription and Transliteration (Transcoding): Applied primarily to phonetically neutral anthroponyms and geographic names to preserve character authenticity and source flavor (*Chick Hicks* - Шик Гікс; *Strip Weathers* - Стріп Везер; *Sally Carrera* - Саллі Каррера; *California* - Каліфорнія).

2. Calquing (Loan Translation): Used when preserving the literal semantic structure of meaningful names was essential for narrative clarity (*Lightning McQueen* - Блискавка МакКвін, combining calquing of the first name with transcription of the surname; *Piston Cup* - Кубок великого поршня; *Thunder* - Грім; *Abominable Snowplow* - Сніговий очисник).

3. Semantic Adaptation: Essential for rendering expressively loaded "speaking names" (*nomina personalia*) and fictional brands where recreating comic function and character traits was vital [1, pp. 141–144]. For example, the name *Tow Mater* combines a reference to a tow truck with a phonetic pun that echoes the word "tomato". In the Ukrainian dub, it was creatively adapted as *Сирник*, derived from *буксирник* (tow truck). Rather than following a literal translation, the translators chose a name that sounds natural and humorous in Ukrainian while reflecting the character’s friendly personality and preserving the playful effect of the original. Similarly, the sponsor

brand *Rust-eze* was transformed into the neologism *«Іржопхан»*, blending the product's anti-rust purpose with colloquial expressive verbs. Other prominent adaptations include *Snot Rod* - *Шмаркач* and *A Bug's Life* - *«Життя "Жука"»* (adding a technical allusion to the Volkswagen Beetle).

4. Cultural Substitution and Localization: Employed to bridge the sociolinguistic gap by replacing foreign cultural references with target culture precedents, ensuring instant humorous resonance [2, pp. 75–76]. A notable example is the replacement of the comparison (*"I bet even the roads on the moon ain't this smooth"*) with a local allusion to the Ukrainian capital city (*«в самому Києві нема таких доріг»*); replacing the tornado metaphor (*"I'm happier than a tornado in a trailer park"*) with a culturally prominent triumph figure (*«я щасливий як Юрій Гагарін!»*); and replacing the American country song *"Oom Papa Mow Mow"* with a famous Ukrainian folk-pop hit (*«Ой, чорна я си, чорна»*). Character names were also localized to enhance warmth and familiarity (*Fillmore* - *Хіпак*; *Doreen* - *Галя*; *Frank* - *Валєра*).

5. Modulation and Expressivization: Utilized to adjust stylistic register of the original names and expressions and to enhance their humorous effect in the Ukrainian version (*Cars* - *Тачки*; *Dinoco* - *Дайношось*; *Radiator Springs* - *Радіаторний рай*; *Radiation Stinks* - *«Радіаційний сарай»*; *Beemer* - *бритва*).

The technical requirements of dubbing, particularly lip-sync and isochrony, played a significant role in determining the choice of words [1, pp. 108–110]. Translators prioritized Ukrainian phrasing that matched the open vowel movements and labial cadence of the animated characters, creating the illusion of original Ukrainian articulation [14, pp. 87–89]. Furthermore, on-screen visual proper names (logos, billboards, license plates) were harmonized with spoken dialogue to prevent cognitive dissonance between visual and acoustic channels [9, pp. 7–10].

In conclusion, the success of the Ukrainian dubbing of "Cars" relies on prioritizing pragmatic appropriateness and dynamic equivalence over literal accuracy. Translating proper names in animated dubbing goes beyond mechanical word replacement; it is an "art of creative reformulation." By effectively combining technical dubbing requirements with deep cultural localization, the translators successfully integrated Pixar's iconic film into the Ukrainian cultural context, establishing a lasting example of effective media localization in Ukraine.

References

1. Chaume, F. (2012). *Audiovisual Translation: Dubbing*. Manchester: St. Jerome Publishing, pp. 1–4, 68–75, 108–110, 141–144.

2. Davies, E. (2003). A Goblin or a Dirty Nose? The Treatment of Culture-Specific References in Translations of the Harry Potter Books. *The Translator*, 9(1), pp. 69–90.

3. Crystal, D. (2008). *A Dictionary of Linguistics and Phonetics*. 6th ed. Oxford: Blackwell, pp. 379–380.

4. Buchko, D. H., & Tkachova, N. V. (2003). *Dictionary of Ukrainian Onomastic Terminology*. Lviv: Svit, pp. 11–13, 18, 22–23. [Бучко Д. Г., Ткачова Н. В. Словник української ономастичної термінології. Львів: Світ, 2003].

5. Fernandes, F. (2006). Translation of Fictional Proper Names: The Case of Fantasy Literature. *The Translator*, 12(1), pp. 41–60.

6. Baker, M. (2011). *In Other Words: A Coursebook on Translation*. 2nd ed. London: Routledge, pp. 243–245.

7. Nida, E. A. (1964). *Towards a Science of Translating: With Special Reference to Principles and Procedures Involved in Bible Translating*. Leiden: Brill, pp. 159–162.

8. Nord, C. (2003). *Translating as a Purposeful Activity: Functionalist Approaches Explained*. Manchester: St. Jerome Publishing, pp. 34–36.

9. Díaz Cintas, J. (2009). *New Trends in Audiovisual Translation*. Bristol: Multilingual Matters, pp. 7–10.

10. Díaz Cintas, J., & Remael, A. (2007). *Audiovisual Translation: Subtitling*. Manchester: St. Jerome Publishing, pp. 199–201.

11. Oittinen, R. (2000). *Translating for Children*. New York: Garland Publishing, pp. 76–79.

12. Newmark, P. (1988). *A Textbook of Translation*. London: Prentice Hall, pp. 85–89.

13. Vinay, J.-P., & Darbelnet, J. (1995). *Comparative Stylistics of French and English: A Methodology for Translation*. Amsterdam: John Benjamins, pp. 33–36.

14. Orero, P. (2004). *Topics in Audiovisual Translation*. Amsterdam: John Benjamins, pp. 87–89.

МЕТАФОРИ ТА ЕПІТЕТИ ЯК ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ХУДОЖНІХ ОБРАЗІВ У РОМАНІ ГЕРИ ЛІНД «DIE ERFOLGSMASCHE»

Піхтовнікова Лідія Сергіївна
д. філол. наук, проф. каф. романо-германської філології,
проф. каф. східних мов та міжкультурної комунікації
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Шишканова Наталя Миколаївна,
здобувачка вищої освіти магістерського рівня,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Поставнока проблеми. Метафори та епітети беруть участь у створенні художніх образів, допомагають передати емоційне ставлення до зображуваного та показати, як персонажі сприймають навколишню дійсність. З їхньою допомогою автор як додає розповіді виразність, а й розкриває характери героїв, створює комічний ефект, висловлює оцінку що відбувається і встановлює смислові зв'язок між окремими епізодами.

Особливий інтерес представляє їх використання у сучасній жіночій прозі, де образність може брати участь у зображенні повсякденного досвіду жінки, її сімейних обов'язків, професійної діяльності та стосунків із оточуючими. У романі Гери Лінд «Die Erfolgsmasche» метафори та епітети допомагають розкрити характер головної героїні, її ставлення до материнства, роботи та повсякденних труднощів. Розповідь від першої особи дозволяє побачити описувані події через її суб'єктивне сприйняття, яке нерідко виражається у вигляді іронії, розмовної лексики та образних зіставлень.

Мета роботи полягає у визначенні особливості використання метафор та епітетів у романі Гери Лінд «Die Erfolgsmasche» та охарактеризуванні їх ролі у створенні художніх образів.

Виклад основного матеріалу. У сучасній лінгвостилістиці епітет сприймається як засіб образної та оцінної характеристики предметів, явищ і персонажів. Г. Асмаковська та Г. Ковальова визначають епітет, як стилістичний засіб, який базується на «естетичній оцінці дійсності» та забезпечує «виразність, емоційність та образність» тексту [1, с. 17]. Згідно з Г. Асмаковською та Н. Шармановою, тропи виконують «естетичну й когнітивну функції мови, підсилюють й увиразнюють емоційне забарвлення та оцінне навантаження» [2, с. 90].

Метафора дає змогу уявити абстрактні явища через конкретні образи і цим поглибити сенс художнього оповідання. М. Караччоло наголошує, що «метафорична мова впливає на сприйняття літературних персонажів» та зображених ситуацій, оскільки формує додаткові смислові зв'язки між ними [4,

с. 133–134]. В. Сніцар розглядає метафору як засіб, який «набуває додаткових смислових інтерпретацій у символьних і герменевтичних кодах тексту» [3, с. 107]. Вони можуть формувати складні змістові зв’язки та брати участь у розкритті символічного змісту тексту. У романі Гери Лінд метафори та епітети часто взаємодіють, створюючи образи, через які передаються особливості навколишньої дійсності та іронічне сприйняття головною героїнею власного положення.

Одним із центральних образів оповідання стає пташине гніздо, з яким Соня зіставляє власну родину. У виразі *«ein altes verlassenes Vogelnest»* епітети *«altes»* і *«verlassenes»* характеризують спорожніле гніздо, створюючи образ втрати та самотності [5, с. 8]. Далі героїня порівнює себе з голубкою, що самостійно піклується про потомство: *«Die Taubenmutter war genauso alleinerziehend wie ich»* [5, с. 8]. Зіставлення становища птиці з власним досвідом Соні дозволяє уявити материнство як постійну турботу про дітей та відповідальність за їх благополуччя. Образ птиці набуває подальшого розвитку у вислові: *«Genau wie die Taubenmutter im letzten Sommer auf dem Nachbardach kämpfe ich tapfer um unser täglich Brot»* [5, с. 9]. Метафоричне використання дієслова *«kämpfen»* передає проблеми повсякденного життя, а епітет *«tapfer»* підкреслює стійкість героїні. Вираз *«unser täglich Brot»* позначає засоби для існування та пов'язує материнську турботу з необхідністю забезпечувати сім'ю.

Образ гнізда також співвідноситься з будовою домашнього простору Соні. У висловленні *«Bei uns geht es zu wie im Taubenschlag»* використовується стійкий образний вираз *«wie im Taubenschlag»*, що характеризує постійний рух і скупчення людей у квартирі героїні [5, с. 11]. Подібна образна модель з'являється у реченні *«Nach solchen Erlebnissen trolle ich mich frustriert unters Dach, wo ich mir und meinen Kindern ein Nest gebaut habe»* [5, с. 11]. Метафора *«ein Nest gebaut habe»* представляє квартиру як безпечний простір, створений Сонею для себе та дітей. Додаткову характеристику сімейної атмосфери дає вираз *«zwei Mädels, die mir die Wimperntusche klauen, in meinen Pumps herumstöckeln und sich stundenlang im Badezimmer einschließen»* [5, с. 9–10]. Перелік повсякденних дій дівчаток передає їхню активність та підкреслює побутову сторону материнства. Образ гнізда поєднує кілька сторін жіночого досвіду, а точніше – самостійне виховання дітей, ведення домашнього господарства та прагнення забезпечити сім'ї стабільність.

Особливе значення має вираз: *«ob eines der Taubenkinder vielleicht ein Kuckuckskind war»* [5, с. 10]. Образ зозуленя, який опинився в чужому гнізді, переноситься на Тоні, подругу доньки головної героїні, яка фактично стає ще однією дитиною в сім'ї Соні. Метафоричне позначення *«Kuckuckskind»* передає незвичайність сімейних відносин, що склалися, і одночасно підкреслює готовність героїні прийняти на себе турботу про чужу дитину. Доповнює цю характеристику вираз *«Ich wasche ihre Wäsche mit und füttere sie durch»*, у якому дієслово durchfüttern підкреслює, що піклування Соні про Тоні поширюється як на емоційну підтримку, а й у повсякденне забезпечення її потреб [5, с. 10]. Образ

птахів, таким чином, використовується для опису материнських обов'язків і для характеристики розширеного сімейного простору.

Метафоричність проявляється в описі професійної діяльності Соні. Героїня пише статті для жіночого журналу та сприймає цю роботу як забезпечення сім'ї. У висловленні *«Das ist mein Job. Das ist mein Wurm»* слово *«Wurm»* набуває індивідуального контекстуального значення. Воно пов'язане з раніше використаним образом хробака у виразі *«in dem ist der Wurm drin»*, що позначає несправність комп'ютера [5, с. 9].

Образ комп'ютера формується за допомогою метафоризації. Героїня називає пристрій *«mein übermütiger Äppel»*, *«ungebärdiger neuer Freund»*, *«dieser ungehorsame, freche Computer»* [5, с. 13]. Эпитеты *«übermütig»*, *«ungebärdig»*, *«ungehorsam»* і *«frech»* наділяють комп'ютер характеристиками живої істоти, яка поводиться самовільно і не підпорядковується господині. Опис передає роздратування Соні через власну технічну недосвідченість і надає оповіді комічний характер.

Система метафор використовується і для протиставлення життєвих установок Соні та її колишнього партнера Йохена. В описі останнього зустрічається вираз: *«Sein Computerwissen und seine Technikvernarrtheit haben ihm allerdings jegliches Gespür für die Schönheit des wahren Lebens genommen»* [5, с. 9]. Метафора *«das Leben zieht an ihm vorbei»* у реченні *«Und merkt dabei gar nicht, wie das wirkliche Leben an ihm vorbeizieht, ohne ihn mitzunehmen»* уявляє життя як рух, в якому Йохен не бере участі [5, с. 9]. Його захопленість технікою протиставляється емоційній сприйнятливості та здатності помічати повсякденні радощі. Доповнює цю характеристику образ *«seine verschüttete Seele»*. Епітет «verschüttete» у поєднанні з іменником *«Seele»* передає уявлення про внутрішній світ, який виявився пригнічений і прихований за раціональністю та технічними інтересами [5, с. 9]. У той же час Соня описує його ставлення до інтелектуальних здібностей через образний вираз: *«Während Jochen sich gleich dreimal in der Schlange ›Überdurchschnittliche Intelligenz‹ vorgedrängelt hat»* [5, с. 9]. Метафора черги перетворює інтелектуальні якості на умовний товар, за яким можна вишикуватися, а дієслово *«vordrängeln»* іронічно підкреслює високу самооцінку Йохена.

У вислові *«Die Spinne hat meinen armen Alex im Netz»* Кармен уподібнюється павуку, який упіймав жертву в павутиння [5, с. 108]. Метафора відображає насторожене ставлення Соні до жінки, яка, на її думку, впливає на сина та обмежує його самостійність. Образ павутини отримує продовження у виразі *«Dabei wollte ich doch die faden in der hand behalten»* [5, с. 103]. Контроль над ситуацією представлений через образ ниток, якими героїня прагне керувати. Соня сприймає відносини сина і Кармен як ситуацію, в якій вона поступово втрачає звичний вплив.

Епітети в романі використовуються для створення оціночних характеристик навколишнього простору та персонажів. Наприклад, *«die traumhafte Altstadt Salzburgs»* містить позитивно забарвлений епітет *«traumhaft»*, що передає сприйняття Соні міста як привабливого та комфортного місця для життя [5, с. 9].

В протилежність йому рідний край героїні описується як *«einer der finstersten deutschen Spießerflecken»* [5, с. 11]. Епітет *«finstersten»* посилює негативну оцінку, а розмовно-експресивний іменник *«Spießerflecken»* виражає зневажливе ставлення до провінційного середовища та його консервативних установок. Емоційна характеристика міста доповнюється *«die vielen tausend Glocken der Salzburger Altstadt»*, а також описом їх звучання як *«atonale Glockengeschepper»* та *«blechern um die Ohren»* [5, с. 14]. Епітети *«atonale»* і *«blechern»* передають неприємне сприйняття дзвону, який порушує спокій героїні та створює комічний контраст зі звичним уявленням про романтичну атмосферу Зальцбурга.

Емоційне забарвлення повсякденним ситуаціям надають наступні епітети: *«peinlich-platten Touristensprache»*, *«chaotische Art und Weise»*, *«muntere Morgenbuchstaben»*, *«schadenfrohen Pfeifen»* [5, с. 11]. У перших двох випадках епітети виражають самоіронічну оцінку героїнею власної мови та поведінки. *«Montere Morgenbuchstaben»* наділяє букви властивістю живих істот, створюючи позитивний образ творчого процесу. Епітети *«originellen»* та *«schönen»* у виразах *«meinen originellen Erguss»* і *«meinen schönen Text»* підкреслюють високу суб'єктивну оцінку героїнею власної творчості та посилюють комізм ситуації, в якій написаний текст виявляється недоступним [5, с. 13].

Епітети дають змогу простежити суб'єктивну оцінку героїнею інших персонажів. Так, приклади *«falsche Schlange»*, *«ausgekochte, kaltschnäuzige Luder»* містять різко негативну характеристику Кармен [5, с. 103]. Соня використовує емоційно забарвлену лексику, висловлюючи недовіру та неприязнь до жінки, яку сприймає як суперницю у боротьбі за увагу сина. На противагу цьому епітети *«mein lernwilliger, blasser Alex»* і *«mein armer Sohn»* передають материнську прихильність і водночас прагнення героїні бачити в сині людину, яка потребує її підтримки [5, с. 104].

На окрему увагу заслуговують визначення, пов'язані з образом Себастьяна Ріхтера. Епітети *«umwerfend gut aussehenden Mann»* і *«brillante Kolumnen»* висловлюють позитивну оцінку його зовнішності та професійних здібностей [5, с. 111]. Соня використовує чоловічий псевдонім та створює образ успішного чоловіка, оскільки її власна професійна діяльність під жіночим ім'ям не отримувала такого визнання. Героїня зауважує, що діяльність одинокої матері не сприймається як щось особливе, тоді як виконання аналогічних сімейних обов'язків чоловіком оцінюється майже як подвиг. Отже, комічна ситуація із присвоєнням чоловічої ідентичності торкається питання про неоднакове суспільне сприйняття жіночої та чоловічої праці.

Характеристика дітей також будується на використанні оцінних епітетів та образних позначень. Наприклад, Алекс зображується у романі як *«ein fantastischer Golfer und Skifahrer»*, а його успішність описується через іронічне *«hochprozentigen Lernstoff»* і *«hochprozentigen Alkohol»* [5, с. 9]. Повтор *«hochprozentig»* створює мовну гру, тому що спочатку асоціюється з міцністю алкогольних напоїв, а потім переноситься на навчальне навантаження. За допомогою повтору епітету автор підкреслює іронічне ставлення матері до життя сина. Грета та її подруга Тоні характеризуються виразом *«zwei Mädels, die mir die*

Wimperntusche klauen», а їхня поведінка узагальнюється епітетом *«pubertär»* [5, с. 10]. У виразі *«die runden Mädchengesichter unter ihrer Schminke»* епітет *«runden»* конкретизує зовнішній вигляд дівчаток, а *«zahnspangenbewehrten Münder»* створює виразну та комічну характеристику підліткового віку [5, с. 10].

Образ Зіґфріда, комп'ютерного фахівця, також формується за допомогою епітетів. В описі зовнішності героя використовуються визначення *«der recht große, sympathisch wirkende Mann»* та *«Siegfrieds schlanke Hände»* [5, с. 15]. Епітет *«sympathisch»* передає перше враження Соні про чоловіка, а *«schlanke»* виділяє деталь його зовнішності, яка привертає увагу героїні. Надалі її сприйняття Зігфріда стає більш суб'єктивним. Він описується, як *«der arme Mann»*, а його поведінка передається через *«schüchternes Nachfragen»* та *«leicht zitternden Händen»* [5, с. 16]. Епітети *«witzigen»* і *«geistreichen»* у виразі *«meinen witzigen, geistreichen Text»* відносяться до самооцінки героїні та підкреслюють її прагнення справити враження на співрозмовника.

Висновки. Проведене дослідження показало, що в романі Гери Лінд «Die Erfolgsmasche» метафори та епітети використовуються для створення художніх образів, характеристики персонажів та передачі суб'єктивного сприйняття дійсності головною героїнею. У ході дослідження було виявлено 208 метафор та 210 епітетів.

Метафори розкривають різні сторони життя Соні, як: материнство, сімейні обов'язки, професійну діяльність та стосунки з оточуючими. Епітети доповнюють образи персонажів та описи навколишнього середовища, передаючи емоційну оцінку, іронію та самоіронію героїні. Спільне використання цих засобів надає розповіді виразність і допомагає розкрити характер головної героїні, її ставлення до повсякденних труднощів і прагнення самостійності.

Список літератури

1. Асмаковська Г. Г., Ковальова Г. М. Стилістичний ресурс епітета в забезпеченні виразності й оригінальності мовлення. Закарпатські філологічні студії. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2025. Т. 1, вип. 39. С. 15–20. DOI: https://doi.org/10.32782/tps2663-4880/2025.39.1.2

2. Асмаковська Г., Шарманова Н. Тропи як стилістичні засоби вираження естетичної та когнітивної функцій мови. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Філологічні науки. Житомир, 2025. Вип. 1 (104). С. 82–92. DOI: https://doi.org/10.35433/philology.1(104).2025.82-92

3. Сніцар В. П. Полікомпонентні метафори в романі Джона Фаулза «Маг». Закарпатські філологічні студії. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023. Вип. 30. С. 106–110. DOI: https://doi.org/10.32782/tps2663-4880/2023.30.19

4. Caracciolo M. Metaphorical Figures for Moral Complexity. New Literary History. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2024. Vol. 55, No. 1. P. 125–143. DOI: https://doi.org/10.1353/nlh.2024.a932373.

5. Lind H. Die Erfolgsmasche. Diana Verlag: München, 2009. 349 S.

ФРАЗЕОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ІЗ КОМПОНЕНТОМ „ПРИЙМЕННИК” ЯК ДИДАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФРАЗЕОЛОГІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Сеньків Степан Степанович
кандидат філологічних наук, доцент кафедри української мови Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Якимів Ірина Володимирівна
магістрантка факультету української та іноземної філології
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Постановка проблеми: Формування фразеології як окремого мовознавчого напряму зазвичай пов'язують із доробком Шарля Баллі, який акцентував на смислових властивостях фразем. Мовознавець доводив: усталений вислів перетворюється на самостійну мовну одиницю лише тоді, коли бодай один із його елементів повністю або частково втрачає первинне семантичне значення. Згодом, у середині ХХ століття, концепцію французького дослідника поглибив В. Виноградов, ввівши у вжиток поняття „фразеологічна одиниця”. Попри наявність ґрунтовної теоретичної бази, сучасна термінологічна система галузі все ще залишається розмитою, що найвиразніше виявляється у відсутності єдиної назви для її базового об'єкта. У науковому обігу зафіксовано понад два десятки визначень поняття „фразема”, однак жодна з інтерпретацій досі не стала загальновизнаною. Науковці солідарні в тому, що розмежувати й окреслити фразеологізм так само складно, як і дати визначення слову. Зокрема, Л. Г. Скрипник [1-2] у монографії „Фразеологія української мови” розглядає це явище як лексико-граматичну єдність кількох окремо оформлених складників, що моделюється за структурою речення чи словосполучення, характеризується цілісним значенням і відтворюється в мовленні в готовому вигляді та автоматично.

Делімітація й найменування ключового поняття фразеології й досі не мають однозначного вирішення. Наявні понад двадцять варіантів Трактування зумовлені тим, які саме критерії науковці вважають першорядними. Оскільки багатозначність терміна „фразеологія” ускладнює його уніфіковане розуміння, у мовознавстві сформувалися різновекторні підходи до його інтерпретації.

Аналіз досліджень. Витоки українських фразеологічних студій пов'язані з іменем О. Потебні [2]. Учений детально дослідив зв'язок між словом і ліричною творчістю, а також висвітлив спільні межі фразеології та історичної поетики. Вивчаючи приказки і проповідки крізь призму їхнього походження, дослідник з'ясував закономірності виникнення стійких зворотів, класифікував їх за

семантичними групами та дав докладну характеристику структурно-семантичним типам українських фразем.

Наступні покоління вітчизняних дослідників (Л. Авксеньєв [3-4], А. Алефіренко [5-6], Н. Бабич [7], М. Демський [8-12], А. Івченко [13], Ф. Медведєв [14], Ю. Прадід [15], Л., В. Ужченко [16], О. Юрченко [17] та ін.) зробили вагомий внесок у системну впорядкованість та теоретичну розробку фраземного фонду української мови, яка й сьогодні залишається об'єктом активних наукових дискусій.

У пропонованій праці спираємося на концепцію Мар'яна Демського, відповідно до якої фразеологічна одиниця розглядається як автономна мовна одиниця із власним фраземним значенням, визначеним компонентним складом і граматичними ознаками. Вона виконує номінативну функцію й водночас виражає властивості (статичні чи динамічні) предметів та явищ. Попри розмаїття термінопозначень базового поняття, у нашій розвідці поняття „фразема", „фразеологічна одиниця", „фразеологічний зворот", „ідіома" та „фразеологічний вираз" вживаємо як синоніми. В основу розробленої класифікації також покладено теоретичний підхід М. Демського.

Мета дослідження – здійснити всебічний аналіз трикомпонентних фразем із прийменниковим елементом у сучасній українській літературній мові на основі лексикографічних джерел.

Виклад основного матеріалу. Становлення вітчизняної фразеології у XIX столітті відбувалося завдяки фольклористичним, етнолінгвістичним і фразеологічним працям О. Потебні, М. Сумцова, П. Чужбинського, М. Костомарова, М. Номиса та І. Франка. Наступний етап (XX ст.) позначився виходом фундаментальних монографічних досліджень Л. Скрипник [1-2], Ф. Медведєва [14], Л. Авксентьєва [3-4], Н. Бабич [7] та В. Ужченка [16]. У цих роботах висвітлено всебічну характеристику ідіоматики української мови та сформульовано методологічні підвалини фразеології як самостійної лінгвістичної дисципліни.

Теоретичні засади для групування сучасних фразеологічних зворотів за різними вимірами (зокрема генетичним, функціональним, семантичним і семантико-граматичним) висвітлено у працях Л. Авксентьєва [3-4], Ф. Медведєва [14], Р. Зорівчак [18], М. Демського [8-12] та Л. Скрипник [1-2]. Своєю чергою, семантичний спектр стійких виразів досліджували Б. Ларін [19], М. Алефіренко [5-6], П. Дудик [20], Л. Юрчук [21] та Г. Удовиченко [22]. У межах семантичного підходу, розробленого В. Виноградовим, традиційно виокремлюють три основні категорії фразем: фразеологічні зрощення, єдності та сполучення. Водночас Г. М. Удовиченко [22] звертає увагу на наявність цілої низки дискусійних і складних питань у фразеологічній науці. До цієї проблематики дослідник зараховує „семантико-граматичні ознаки фразеологізмів, які мають неоднакові рівні, вироблення найприйнятніших принципів добору сталих словосполучень для фразеологічних словників, розробка історичної фразеології та ін." [22, 20].

На зламі XX–XXI століть суттєво посилився інтерес науковців до діалектної диференціації фразеології, що висвітлено в працях Н. Бабич. У цьому векторі вчена обґрунтовує теоретичні засади й практичні методи збирання та словникової фіксації фраземного матеріалу Буковини.

Незважаючи на різноаспектне й масштабне дослідження фразеологічного потенціалу української мови (яке охоплює визначення статусу фразем, виділення їхніх диференційних ознак, розробку моделей класифікації, аналіз системних зв'язків і лінгвальної специфіки, а також питання перекладу, історико-етимологічний вимір, діалектну основу, ідіостилі авторів, деривaційні й ономасіологічні процеси), низка теоретичних і практичних питань досі залишається відкритою.

Опрацювання лексикологічного матеріалу в закладах загальної середньої освіти є не лише вагомим інструментом збагачення словарного запасу школярів, а й презентує слово як ключову структурно-семантичну одиницю мови, розширює мовознавчий світогляд учнів, стимулює їхню увагу до смислової структури мовних знаків та виховує чуття мови. Теоретичною підвалиною для організації цього навчального процесу слугує лексикологічна наука. В основу шкільної методики вивчення лексики покладено сучасні мовознавчі концепції, які дають змогу розкрити сутність мовних явищ. Серед фундаментальних категорій шкільного курсу особлива роль належить слову, його лексичному й граматичному значенням, а також специфіці лексичної сполучуваності. Оскільки слово виступає центральною ланкою мовної системи, у ньому синтезуються звуковий, семантичний та граматичний рівні, а його головним призначенням залишається найменування реалій довкілля. Слова, що корелюють із предметним світом, мають лексичне значення, яке вказує на конкретні предмети, процеси, ознаки чи кількісні характеристики.

Добір змісту навчального матеріалу з лексики здійснюється з урахуванням частотно-мовленнєвого критерію, завдяки чому до шкільної програми залучено найпоказовіші явища, які демонструють системну природу рідної мови та виявляються у більшості стилів мовлення (зокрема полісемія, синонімія, антонімія й омонімія). Послідовне дотримання цих орієнтирів забезпечує міжпредметну інтеграцію лексикології з граматикою, стилістикою та розвитком мовлення, що безпосередньо впливає на формування високої мовленнєвої культури здобувачів освіти.

У фразеологічному словнику зафіксовано значний масив трикомпонентних фразеологічних одиниць із прийменниковим складником. Зокрема, субстантивну фраземіку об'єднує наявність категорійного значення предметності, яке реалізується через узагальнені семантичні семи особи, неособи, конкретного предмета й абстрактного поняття у поєднанні з граматичними категоріями роду, числа та відмінка.

З-поміж іменникових фразем виокремлюють одиниці на позначення особи (людини загалом, чоловіка чи жінки, взаємин із соціумом, суспільного стану чи професії, рис характеру, психічного або фізичного стану, родинного стану, релігійних поглядів, життєвого досвіду, а також мислених чи міфічних

персонажів): *плоть від плоті „рідна дитина”, на чужому горбі „важкою працею інших”*. При цьому трикомпонентних субстантивних фразем із прийменником на позначення неособи (тобто різних істот, крім людини) виявлено не було.

Третя група субстантивних фразем, яка називає конкретні предмети (споруди, ландшафти, об'єкти природи, рослини, матеріальні артефакти), становить вагомий пласт українського ідіоматичного фонду: *під голим небом „не в приміщенні”, при битій дорозі „на людному місці”*.

Останнім різновидом субстантивних фразем є одиниці з абстрактною семантикою, які за кількістю лише трохи поступаються назвам осіб. Сюди належать фраземи на позначення діяльності людини, подій, ситуативних контекстів, наслідків праці чи розумово-мовленнєвої діяльності, а також просторово-часових вимірів і явищ природи: *як у вогні „у нестерпних муках”, як на вулкані „у тривозі”, як на голках „нервове збудження”*.

Граматичні категорії відіграють важливу роль у змістовому наповненні іменникових фразем, реалізуючись через рід, число та відмінок. У словнику зафіксовано поодинокі субстантивні фраземи з прийменником, які позначають осіб і неосіб та мають родові показники. Наприклад, серед фразем-назв осіб жіночого роду виявлено зворот *по Марусин поясок* „*до смужки на келихові”, а чоловічого роду: до Божого суду „протягом усього життя”*.

Іменникова фраземіка з прийменниковим компонентом представлена у фразеологічному словнику порівняно невеликою кількістю одиниць, через що окремі аспекти залишилися поза увагою. Проте досить часто трапляються субстантивні фраземи з прийменником, що виражають конкретні предмети та абстрактні поняття, рідше – фраземи на позначення осіб. Утворення на позначення неосіб у дослідженій вибірці відсутні взагалі.

У „Фразеологічному словнику української мови” виявлено також дієслівні фразеологічні одиниці з прийменниковим складником. Серед них виокремлюються фраземи, що виражають дії, процеси, фізичний або емоційний стан людини, її поведінку й діяльність, а також фраземи, які позначають дії, зумовлені неособою, конкретним предметом чи абстрактною сутністю: *бити по руках „домовлятися”, прийти на світ „народитися”, обмирати зі страху „дуже лякатися”, відлягло від серця „відчути полегшення”, бирати на ум „уважно сприйняти”, бере на дрижаки „мерзнути”, вертиться на думці „не дає спокою”*.

Під час аналізу трикомпонентних дієслівних фразем із прийменником можна простежити наявність генетичного дієслова у їхній структурі: *битися з нуждою „боротися з труднощами”, битися об заклад „ризикувати”, біситися з жиру „розпускати енергію через надлишок”, входити в колію „звикати”*. Усі дієслівні фразеологічні одиниці, що містять компонент-генетичне дієслово, є неперехідними. Наприклад: *бити по нервах* „дратувати”, *бирати за живе* „зворушувати”, *вдарити по руках* „перешкоджати”. Категорія числа дієслівних фразем зазвичай реалізується у формах однини та множини: *бити тривогу – бити тривоги „сповіщати про небезпеку”, кидати виклик – кидати виклики „викликати на суперечку”*. Щодо категорії часу, то дієслівні фраземи

вживаються у всіх часових формах: теперішньому (*Сірко береться за розум „стає розумнішим", адже на наступний рік він закінчує навчання в школі),* минулому (*Матуся дала мені на горіхи (вилаяла) за те, що я пізно повернулася додому*) та майбутньому (*Сьогодні я зустрінусь з ним і точно впіймаю на слизькому „викрию")*. Дієслівна фраземіка становить найчисленнішу групу серед трикомпонентних фразем із прийменниковим компонентом.

Значний пласт у фразеологічному словнику становлять адвербіальні фразеологічні одиниці, які поділяють на такі семантичні групи: а) якісно-означальні фраземи; б) адвербіальні фраземи способу дії; в) адвербіальні фраземи міри та ступеня; г) адвербіальні фраземи місця; ґ) адвербіальні фраземи часу; д) адвербіальні фраземи причини та е) адвербіальні фраземи мети.

Якісно-означальні прислівникові фраземи є найчисельнішими з-поміж усіх адвербіальних утворень: *на повному газу „швидко", як на дріжджах „дуже швидко", в один дух „дуже швидко", як з-під землі „раптово", як з кілочка „несподівано", до зеленого змія „надміру", на всі боки „дуже сильно", як з відра „дуже сильно", по самі вуха „дуже сильно", як у вулику „дуже шумно", на всю вулицю „дуже голосно", як з гармати „дуже голосно".*

Варто підкреслити, що якісно-означальним прислівниковим фразеологізмам не властиві форми ступенів порівняння, а також утворення, які передають безвідносну міру якості.

Крім якісно-означальних адвербіальних утворень, у фразеологічному словнику репрезентовано фраземи способу дії, міри, місця, часу та причини: *в одну душу „настирливо", з розкритими обіймами „дуже привітно", на весь голос „дуже голосно", у три горла „дуже багато", у далекий світ „дуже далеко", під чужий тин „куди завгодно", з різних кінців „звідусіль", з доброго дива „невідомо чому", під знаком питання „невідомо", смикнуло на язик „невідомо".*

Серед граматичних специфік виокремлюється те, що якісно-означальні фраземи реалізуються виключно як придієслівне означення (*Він як з гармати закричав на весь коридор, і всі замовкли.*) або як приприслівникове означення (*Вона як по нотах писала листи, акуратно та без помилок*). Загалом адвербіальні фразеологізми переважно виконують синтаксичну роль обставини часу (*Дідусь час від часу купляв мені солодощі*). Фраземам із значенням місця притаманна функція обставини місця (*Батьки оточили мене з усіх боків і вимагали пояснень*).

Аналіз трикомпонентних фразеологічних одиниць із прийменниковим складником, що належать до прислівників, засвідчує їхню високу частотність і репрезентативність у лексикографічних джерелах.

У фразеологічній системі сучасної української мови виокремлюється також вигукова фраземіка. Специфіка таких одиниць полягає у відсутності граматичних категорій і, відповідно, граматичних форм. У сучасній мовній практиці вигукова фраземіка представлена помірною кількістю утворень, хоча „Фразеологічний словник української мови" зафіксував окремі її зразки. Зокрема, це емоційні вигукові фраземи: *у лихої години*, *грець з ним*, *до дідька*

лисого, *іди до чорта*, а також інші різновиди вигуків: *на многії літа*, *на милість Божу* (*з Богом, Парасю*).

Вагоме місце у словниковому складі посідають ад'єктивні фразеологічні одиниці, які класифікують за такими групами: а) фраземи, що функціонують лише з іменниками-назвами осіб; б) фраземи з назвами конкретних предметів; в) фраземи з назвами неосіб; г) фраземи з назвами абстрактних сутностей; ґ) утворення з широкою сполучуваністю. Переважна більшість прикметникових фразем поєднується саме з іменниками на позначення людини. Вони експресивно відображають фізичний та емоційний стан особи, її здібності, внутрішній світ, рис характеру, соціальний статус тощо: *аршин у плечах „широкоплечий, міцний", важкий на руку „дуже сильний", як з воску „надзвичайно блідий", кров з молоком „здоровий", без жодної кровинки „дуже блідий", на розум кволий „розумово обмежений", жуки у голові „недоумкуватий", меткий на вигадки „вигадливий", бряжчить у кишені „заможний, багатий", не по кишені „дуже дорогий"*.

Невелику групу становлять фраземи, що репрезентують ознаки предметів і сполучаються з іменниками на позначення конкретних речей: *у чому був „роздягнений", на вагу золота „надзвичайно важливий"*. Водночас одиниці, що об'єктивують ознаки абстрактних понять і сполучаються з відповідними іменниками, представлені виразами на зразок: *на вагу золота „надзвичайно важливий", на всю губу „значний", ні на гріш „відсутнє щось", у перших лавах „серед найкращих"*.

Ад'єктивні фраземи спроможні поєднуватися зі словами, що належать до назв осіб і конкретних предметів (*важний на руку „дуже сильний", гарячий на руку „сповнений енергії", голова на плечах „розумний", нечистий на руку „схильний до злодійства*" тощо). Окрему кількісно обмежену групу становлять відносні прикметникові фраземи. Вони позначають характеристики, притаманні людині, та її взаємини з оточенням: *голова на плечах „розумний", нечистий на руку „схильний до злодійства", свій у дошку „близький за переконаннями", не з лопуцька „здатний до чогось", не з людей „не такий, як усі"*.

Ад'єктивним фразеологізмам властиві ті ж граматичні категорії, що й вихідній частині мови – рід, число та відмінок. Незважаючи на те, що формально ці одиниці можуть змінюватися за трьома родовими формами, у реальному мовленні значна їх частина реалізується лише в чоловічому та жіночому роді (наприклад, *гладкий/гладка на словах*, *бистрий/бистра на слово*, *бідний/бідна на розум*), або ж взагалі обмежується єдиним значенням, як у зворотах *важкий на руку* чи *гарячий на руку*.

Вираження числової категорії в ад'єктивних фраземах зумовлене їхньою структурно-граматичною організацією. Якщо фразеологізм містить елемент, що змінюється за прикметниковою парадигмою або пов'язаний із дієсловом у формі теперішнього чи минулого часу, така одиниця вживається в обох числах (в однині та множині): *у батьки годиться/у батьки годяться*, *дешевший від грибів/дешевші від грибів*, *меткий на вигадки/меткі на вигадки*. Категорія відмінка у повнозначній фраземіці має свою специфіку порівняно з родом і

числом: вона притаманна лише тим утворенням, які виконують функцію узгодженого означення (*бідний на розум*; *бідного на розум*; *бідному на розум*; *бідним на розум*, *на бідному на розум* тощо).

Важливою складовою навчального процесу на уроках української мови є залучення системи практичних вправ, що сприяє ефективному засвоєнню матеріалу та формуванню предметних компетентностей. Навчальні лексико-фразеологічні завдання доцільно диференціювати за кількома напрямами: вправи на ідентифікацію мовного явища в окремих лексемах, словосполученнях, реченнях чи суцільних текстах; завдання з залученням різних джерел для добору ілюстративного матеріалу; спостереження за функціонуванням лексичних одиниць у тексті; групування слів за спільними й диференційними ознаками; редагування лексичних помилок; виконанні лексико-фразеологічного аналізу.

Сконструйована система завдань базується на принципах системності, послідовності та доступності, що забезпечує поступовий перехід від репродуктивного відтворення до творчого застосування фразем. Оскільки шкільна практика нервово засвідчує формальне засвоєння фразем без глибокого усвідомлення їхньої семантики та стилістичних функцій, запропонований практикум дає змогу учням глибше осягнути фразеологічний багатство через цікаві завдання, побудовані за принципом «від простого до складного» з елементами самостійної та творчої пошукової діяльності.

Отже, „Фразеологічний словник української мови” містить вагомий масив трикомпонентних субстантивних фразем із прийменником, які виражають назви осіб, неосіб, конкретних предметів та абстрактних сутностей, відображають родові характеристики та можуть функціонувати в усіх трьох родах. Не менш репрезентативною є дієслівна фраземіка, яка, на відміну від іменникової, характеризується чіткими граматичними категоріями та позначає дії й процеси. Серед прийменникових фразем виявлено значний шар адвербіальних утворень (зокрема якісно-означальних), незначний відсоток прикметникових і порівняно невелику групу вигукових фразем.

Список літератури

1. Скрипник Л. Г. Фразеологія української мови. К.: Наук. думка, 1973. 248с.
2. Потебня А. А. Из записок по теории словесности. Х., 1905. 652с.
3. Авксентьєв Л. Г. Сучасна українська мова. Фразеологія. Харків: Вища школа, 1983. 137с.
4. Авксентьєв Л. Г. Фразеологічна одиниця як предмет фразеології та її основні ознаки Мовознавство. № 5. 1979. С. 13-16.
5. Алефіренко М. Ф. Моделювання фразеологічної системи як лінгвістична проблема Мовознавство. № 1. 1992. С. 21-26.
6. Алефіренко М. Ф. Питання лінгвістичного аналізу внутрішньої структури компаративних фразеологізмів Мовознавство. 1977. № 5. С. 75-82.
7. Бабич Н. Д. Фразеологічна омонімія і полісемія Українське мовознавство. 1980. Вип. 8. С. 113-118.

8. Демський М. Т. Граматичні особливості української дієслівної фразеології Мовознавство. № 2. 1984. С. 24-32.

9. Демський М. Т. Значення і функції адвербіальних фразеологізмів Українське мовознавство Республ. міжвідом. науков. збірник. Київ: Вища школа, 1983. Вип. 2. С. 30-38.

10. Демський М. Т. Лексичні і граматичні особливості українських іменникових фразеологізмів Мовознавство. № 2. 1981. С. 35-41.

11. Демський М. Т. Українська ад'єктивна фраземіка Мовознавство. № 1. 1982. С. 26-32.

12. Демський М. Українська фраземіка: деривaційна база, семантико-граматичні особливості. Монографія. Дрогобич: Посвіт, 2019. 340с.

13. Івченко А. Українська народна фразеологія: ономасіологія, ареали, етимологія. Х.: Фоліо, 1999. 304 с

14. Медведєв Ф. П. Українська фразеологія: Чому ми так говоримо? Харків: Вища школа, 1977. 231с.

15. Прадід Ю. Ф. Історія української фразеографії Мовознавство. 2012. № 1. С. 31-39.

16. Ужченко В. Д. Народження і життя фразеологізму. К.: Радянська школа, 1988. 280с.

17. Юрченко В. С. Формування фразеологічного фонду української літературної мови: кінець XVIII - початок XIX століття. Харків: Вища школа, 1984. 208с.

18. Зорівчак Р. П. Фразеологічна одиниця як перекладознавча категорія. Львів: Вища школа, 1983. 175с.

19. Ларін Б. О. Про народну фразеологію Українська мова в школі. 1959. № 5. С. 29-36.

20. Дудик П. С. Синтаксис сучасного українського літературного мовлення. К.: Наукова думка, 1998. 288 с.

21. Юрчук Л. А. Теоретичні засади реєстру Фразеологічного словника української мови Мовознавство. 1983. № 5. С. 23-32.

22. Удовиченко Г. М. Словосполучення в сучасній українській літературній мові. Київ: Наукова думка, 1968. 228с.

ФРАЗЕОЛОГІЧНІ ОДИНИЦІ ІЗ КОМПОНЕНТОМ „ЧИСЛІВНИК” ЯК ДИДАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФРАЗЕОЛОГІЇ У СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ШКОЛІ (НА МАТЕРІАЛІ ФРАЗЕОЛОГІЧИХ СЛОВНИКІВ)

Сеньків Степан Степанович
кандидат філологічних наук, доцент кафедри української мови Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Цимбаляк Катерина Василівна
магістрантка факультету української та іноземної філології
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Постановка проблеми. Фразеологізми є одним із важливих засобів збереження культурного досвіду та світоглядних уявлень українського народу. Вони відображають особливості сприйняття світу нашими пращурами, їхні звичаї, обряди, вірування та уявлення про навколишню дійсність. Фраземи активно функціонують як в усному, так і в писемному мовленні, надаючи йому образності, емоційності та виразності. Особливо значущою є роль фразеологічних одиниць у художньому мовленні. Звертаючись до них, письменники можуть точніше передати переживання й емоції персонажів, охарактеризувати їхню поведінку та вчинки, а також відтворити особливості їхнього внутрішнього світу. Крім того, фразеологізми допомагають створити певний колорит твору та увиразнити опис зображуваної дійсності. Багатство української фразеології зафіксовано у „Фразеологічному словнику української мови”, матеріал якого відображає культурно-історичний досвід нашого народу та особливості його світогляду й ментальності. Тому фразеологізми можна розглядати не лише як мовні одиниці, а й як своєрідний відбиток національного світогляду та духовного досвіду українців.

Аналіз досліджень. Формування фразеології як самостійного напряму мовознавства традиційно пов’язують із науковими дослідженнями швейцарського лінгвіста Ш. Баллі, який у ХХ ст. одним із перших започаткував систематичне вивчення усталених мовних сполук. Важливі теоретичні засади дослідження фразем також розроблялися у працях О. Потебні та інших мовознавців. Вагомий внесок у розвиток української фразеології зробили такі вчені: Л. Авксентьєв [1], М. Алефіренко [2], Л. Булаховський [3], Н. Бабич [4], М. Демський [5], М. Жовтобрюх [6], А. Івченко [7], Р. Зорівчак [8], В. Білоноженко [9], Ф. Медведєв [10], Ю. Прадід [11], Л. Скрипник [12], В. Ужченко [13], О. Юрченко [14], Л. Юрчук [15] та інші.

Незважаючи на значну кількість досліджень української фразеології та опрацювання фразеологічного матеріалу, певні питання досі залишаються

дискусійними. Насамперед йдеться про визначення поняття „фразеологізм", його диференційні ознаки, класифікацію фразем і способи їх творення. Важливим завданням сучасного мовознавства є комплексне дослідження української фразеології, закономірностей формування й розвитку її складу, а також вироблення чітких підходів до систематизації та представлення різних типів фразеологічних одиниць у фразеологічних словниках.

Мета нашого дослідження – проаналізувати фразеологізми з компонентом „числівник" в сучасній українській мові, з'ясувавши їхню сутність і диференційні ознаки, особливості структури, семантики та граматичної організації. Матеріалом дослідження слугував „Фразеологічний словник української мови" [16].

Виклад основного матеріалу. Відповідно до семантико-граматичної класифікації М. Демського фразеологізми розподіляються на п'ять основних груп: субстантивні, ад'єктивні, дієслівні, адвербіальні та вигукові. Цей підхід до систематизації фразем було використано як теоретичну основу нашого дослідження.

Аналіз матеріалу фразеологічного словника засвідчив, що серед досліджуваних одиниць представлена значна кількість фразем, до складу яких входить компонент „числівник". Зокрема, іменникові фразеологізми характеризуються категорійним значенням предметності, яке реалізується через узагальнені значення особи, неособи, конкретного та абстрактного предмета. Водночас їхня граматична структура охоплює такі категорії, як відмінок, рід і число.

Серед субстантивних фразеологічних одиниць із компонентом „числівник", які використовуються для називання осіб, виявлено кілька семантичних різновидів: ті, які можуть характеризувати становище особи в колективі, її взаємини з владою, місце в суспільстві, а також значущість і роль у певному колективі чи діяльності: *п'ята колона „люди, які займаються підривною, антидержавною діяльністю в країні", десята спиця в колесі „той, хто відіграє незначну роль у чомусь", перша скрипка „основна, найважливіша роль", першого призову „зачинатель"*. До цієї групи належать фраземи, що позначають особу та характеризують її сімейний стан, сімейні й родинні зв'язки: *десята вода на киселі „дуже далека рідня"*, а також фразеологізми, які вказують на рівень професійного досвіду та майстерності людини: *майстер першої руки „висококваліфікований спеціаліст з чого-небудь"*.

У словнику не виявлено жодної фразеологічної одиниці із компонентом „числівник" на позначення неосіб. Проте невелику за кількістю групу становить третій тип іменникових фразем, до якого належать назви власне предмета. Серед таких фразеологізмів представлені назви місцевості та частин тіла: *тридев'яте царство „дуже далека країна"*, *одинадцятий номер „свої ноги як засіб пересування"*.

Четвертий тип охоплює фразеологічні одиниці з компонентом „числівник", які позначають абстрактні поняття, зокрема психічні та фізичні особливості людини, її емоційні стани, переживання й переконання, явища, що спричиняють

або супроводжують такі стани, результати мовленнєвої та розумової діяльності, а також часові й просторові характеристики людської діяльності: *дев'ятий вал „найбурхливіший вияв", друге дихання „новий приплив сил", другий бік медалі „протилежна сторона", через третіх осіб „за чиїм-небудь посередництвом", з перших очей „за власними враженнями", перше слово „початок", до першого снігу „до початку зими"*.

Іменникові фраземи на позначення власне предмета та абстрактного предмета можуть мати різні граматичні характеристики та належати до різних родів: чоловічого: *перший крок „самий початок", перше слово „початок"*; жіночого: *тридев'яте царство „далека країна", другий бік медалі „протилежна сторона"*; середнього: *з других очей „не з власного спостереження", через третіх осіб „за чиїм-небудь посередництвом"*.

Категорія числа субстантивних фразеологічних одиниць має свої особливості залежно від їхнього типу. Фраземи на позначення особи, неособи та власне предмета здатні реалізувати повну числову парадигму: *десята спиця в колесі – десяті спиці в колесі, тридев'яте царство – тридев'яті царства, майстер першої руки – майстри перших рук*. Варіативність однини й множини властива також фразеологізмам на позначення абстрактних понять: *перше слово – перші слова, до першого снігу – до перших снігів*. Водночас окремі фраземи функціонують лише в однині, що зумовлено формою опорного слова: *друга молодість*, а також трапляються й фразеологізми, які, незважаючи на збірне значення, вживаються тільки в однині: *п'ята колона „диверсанти"*.

Іменникові фразеологічні одиниці з компонентом „числівник" здебільшого реалізуються у формі називного відмінка однини або множини в усіх родових формах: *перша скрипка „основна, найважливіша роль", десята вода на киселі „дуже далека рідня", тридев'яте царство „дуже далека країна", одинадцятий номер „свої ноги як засіб пересування", дев'ятий вал „найбурхливіший вияв", друге дихання „новий приплив сил"*. Значно рідше такі фраземи функціонують у родовому відмінку: *з других очей „не з власного спостереження", з перших очей „за власними враженнями, спостереженнями"*.

У словнику зафіксовано також ад'єктивні фразеологічні одиниці з компонентом „числівник". Вони переважно поєднуються з іменниками-назвами осіб і використовуються для характеристики різних рис та особливостей людини: її фізичного стану, віку, психічних властивостей, емоційного й душевного стану, а також якостей, сформованих у результаті навчання та набуття життєвого досвіду: *не першої молодості „не молодий", без третьої клепки у голові „дурний", на сьомому небі „дуже задоволений"*, *другої руки „посередній, нічим не визначений", першої руки „найкращий у чомусь*". Менш поширеними є фраземи, які вживаються з іменниками-назвами конкретних предметів. До цієї групи належать: *не першої свіжості „не дуже свіжий, трохи зношений (про одяг)", перший сорт „найкращий"*. Поодинокими є також фразеологізми, що сполучаються з іменниками на позначення абстрактних понять: *на першому плані „найголовніший, найважливіший"*. Виявлено й невелику групу фразем, які характеризують ознаки неосіб та можуть поєднуватися з іменниками-назвами

неістот. Серед них: *п'яте колесо до воза „зайвий", як п'яте колесо до воза „непотрібний", як собаці п'ята нога „непотрібний", як собаці другий хвіст „зовсім не потрібний"*. Серед ад'єктивних фразеологічних одиниць зафіксовано також кілька висловів, у яких ужито відносні прикметники, зокрема *у других „двоюрідний (двоюрідна)", в третій особі „сторонній"*.

Категорія роду в прикметникових фраземах реалізується через їх узгодження з лексемами, з якими вони поєднуються. У фразеологізмах на позначення ознаки особи родове значення часто визначається їхнім фраземним змістом. Тому, хоча окремі одиниці формально можуть передавати всі три родові значення, у мовленні вони реалізують переважно одне з них: *не першої молодості „не дуже молодий", в третій особі „сторонній", другої руки „пересічний", перший сорт „найкращий", п'яте колесо до воза „зайвий"*. Інші ад'єктивні фразеологічні одиниці не мають формальних показників роду, а їхня родова належність визначається лексемою, з якою вони вступають у синтагматичний зв'язок.

Фраземи з компонентом „числівник" переважно сполучаються з лексемами у формі однини: *другої руки „пересічний", перший сорт „найкращий", як собаці п'ята нога „непотрібний", як собаці другий хвіст „зовсім не потрібний"*, рідше у формі множини: *нема кількох клепок у голові „дурний, розумово обмежений"*.

Категорія відмінка властива лише тим прикметниковим фразеологізмам, які виконують функцію узгодженого означення: *перший сорт – першого сорту – першому сорту – перший сорт – першим сортом*, а інші фразеологічні одиниці цієї категорії не мають. У поєднанні з означуваними словами вони узгоджуються з ними переважно в роді та числі, а в окремих випадках – і у відмінку.

У „Фразеологічному словнику української мови" зафіксовано найбільшу кількість дієслівних фразеологічних одиниць із компонентом „числівник", пов'язаних із людською діяльністю, зокрема розумовою працею та переміщенням у просторі: *закладати перший камінь „розпочинати будівництво", лити кривавий сьомий піт „важко працювати", до десятого поту „працювати", ставити на перше місце „надавати чому-небудь важливого значення", обминати десятою дорогою „не заходити, не заїжджати"*. Окрему групу становлять фраземи на позначення динамічних ознак, пов'язаних зі способом життя та взаємодією людини із соціумом: *грати першу скрипку „бути головним", жити для другого „бути безкорисливим", відійти на другий план „стати другорядним"*. Найменшою є кількість одиниць, що характеризують психічний стан людини: *не мати третьої клепки в голові „бути розумово обмеженим"*, а також дії, спрямовані на людину, виконавця яких не названо: *всипати по шосте число „покарати", дати під сьоме ребро „побити ударами під ребра"*.

Видова категорія дієслівних фразем пов'язана з вираженням завершеності або незавершеності дії, а її реалізація простежується через вживання фразеологізмів недоконаного: *жити для другого „бути безкорисливим", до десятого поту „працювати", закладати перший камінь „розпочинати будівництво"* та доконаного виду: *відсунути на другий план „робити що-небудь*

менш важливим, другорядним", облитися сьомим потом „дуже довго працювати", всипати по шосте число „покарати, провчити".

До якісно-означальних адвербіальних фразем із компонентом „числівник" належать фразеологізми, що характеризують спосіб і характер діяльності людини за темпом, інтенсивністю, тривалістю та мірою вияву дії, а також її відповідністю певним вимогам: *не перший день „довго", з першого слова „зразу", за першим позирком „одразу", другим разом „пізніше", до сьомого коліна „дуже сильно", десята справа „дуже просто", п'яте через десяте „поспіхом"*. Окрему групу становлять фразеологічні одиниці зі значенням способу дії, що можуть характеризувати особу, неособу, предмет чи абстрактне поняття: *з першого погляду „відразу", з третіх рук „не безпосередньо", з перших уст „безпосередньо"*.

Найчисленнішими у словнику є прислівникові фраземи часу, які передають момент, початок або часову межу дії: *після других півнів „дуже пізно", після третіх півнів „на світанку", з третіми півнями „надзвичайно рано", у першу голову „насамперед", з першого кілка „з самого початку", у першу чергу „насамперед", на перше око „спочатку", першим ділом „передусім", до других півнів „до пізнього часу або до ранку", до перших півнів „до півночі"*. Частина таких одиниць позначає конкретний часовий відрізок у межах певного періоду: *до сьомих віників „дуже довго", не перший рік „давно", не перший день „довго"*.

Отже, у „Фразеологічному словнику української мови" зафіксовано найбільше субстантивних фразеологічних одиниць із компонентом „числівник" на позначення абстрактних предметів, тоді як фраземи зі значенням особи та власне предмета представлені значно рідше. Такі фразеологізми функціонують у різних родових і числових формах. Найчастіше фразеологічні одиниці вживаються в називному відмінку однини або множини, рідше у родовому. Також словник репрезентує прикметникові фраземи, які переважно характеризують особу, її фізичні та психічні особливості, душевний стан, а також властивості набуті в процесі навчання й життєвого досвіду людини. Менш численними є фразеологічні одиниці, що поєднуються з назвами предметів, абстрактних понять та неосіб. Ад'єктивні фразеологізми здатні виражати всі три родові значення, однак переважно реалізують лише одне з них. У категорії числа вони функціонують у формах однини або множини, тоді як відмінкові форми властиві лише фраземам, що виступають узгодженими означеннями. Серед дієслівних фразеологізмів із компонентом „числівник" переважають одиниці на позначення людської діяльності, зокрема розумової праці, переміщення в просторі та зміни важливості певних дій, а також фраземи, пов'язані зі способом життя та взаємодією людини із соціумом. Найменше зафіксовано фразеологізмів на позначення психічного стану людини й дій, спрямованих на неї, виконавець яких не названий. Видова категорія дієслівних фразем передає завершеність або незавершеність дії та виявляється через форми доконаного й недоконаного виду. Якісно-означальні адвербіальні фразеологічні одиниці із компонентом „числівник" характеризують спосіб і перебіг діяльності особи, зокрема її темп, інтенсивність, тривалість та відповідність певним вимогам. У словнику також

представлені фраземи способу дії, що можуть стосуватися особи, неособи, предмета й абстрактного поняття. Найчисленнішою є група фразеприслівників часу, які вказують на момент, початок або часову межу дії, а також на певний відрізок часу в межах ширшого часового періоду. Водночас фразеологізмів зі значенням міри та ступеня, місця, причини й мети не виявлено.

Список літератури

1. Авксентьєв Л. Г. Сучасна українська літературна мова. Фразеологія. (для студ. ун-тів і пед. ун-тів). Харків: Вища школа, 1983. 137 с.

2. Алефіренко М. Ф. Теоретичні питання фразеології. Харків: Вища школа. Вид-во при ХДУ. 1987. 136 с.

3. Булаховський Л. А. Нариси з загального мовознавства. Київ: Рад. Школа, 1959. 307 с.

4. Бабич Н. Д. Фразеологія української мови. Навчальний посібник. Чернівці, Ч. 1, 1970; Ч. 2., 1971.

5. Демський М. Українська фраземіка: деривaційна база, семантико-граматичні особливості. Монографія. Упор. О. Демська, М. Яким. Дрогобич: Посвіт, 2019. 340 с.

6. Жовтобрюх М. А., Кулик Б. М. Курс сучасної української літературної мови 4-е вид. Ч. 1. Київ: Вища школа, 1972. 400 с.

7. Івченко А. Українська народна фразеологія: ономасіологія, ареали, етимологія. Х.: Фоліо, 1999. 304 с.

8. Зорівчак Р. П. Фразеологічна одиниця як перекладознавча категорія. Львів: Вища школа, 1983. 175 с.

9. Білоноженко В. М., Гнатюк І. С. Функціонування та лексикографічна розробка українських фразеологізмів. К.: Наукова думка, 1989. 156 с.

10. Медведєв Ф. П. Українська фразеологія: Чому ми так говоримо? 2-ге вид., стереотипне. Харків: Вища школа, 1982. 232 с.

11. Прадід Ю. Ф. Фразеологічна ідеографія (проблематика досліджень). К.; Сімферопіль, 1997. 252 с.

12. Скрипник Л. Г. Фразеологія української мови. К.: Наук. думка, 1973. 248 с.

13. Ужченко В. Д., Ужченко Д. В. Фразеологія сучасної української мови: Навч. Посіб. К.: Знання, 2007. 494 с.

14. Юрченко В. С. Формування фразеологічного фонду української літературної мови: кінець XVIII – початок XIX століття. Харків: Вища школа, 1984. 208 с.

15. Юрчук Л. А. Теоретичні засади реєстру фразеологічного словника української мови. Мовознавство. 1983. № 5. С. 23–32.

16. Фразеологічний словник української мови: В 2 кн. Уклад.: В. М. Білоноженко та інші. К.: Наукова думка, 1993.

ОСОБЛИВОСТІ МІФОЛОГІЧНО-ФОЛЬКЛОРНИХ ПРЕЦЕДЕНТНИХ ФЕНОМЕНІВ У ТЕКСТАХ СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО ФЕНТЕЗІ

Слободянюк Кирило Михайлович
аспірант
Криворізький державний педагогічний університет

Прецедентні феномени є невіддільною частиною мовностилістичних ознак фентезі, яке останніми роками набуває особливої популярності серед українських читачів. Зважаючи на специфіку цього метажанру, прецедентні феномени з міфології та фольклору є для нього особливо значущими, що зумовлює актуальність цієї розвідки.

Метою роботи є визначення ролі міфологічно-фольклорних прецедентних феноменів у текстах сучасного українського фентезі. Основою дослідження стали 10 текстів, виданих в Україні у 2022–2025 роках. До вибірки увійшли твори таких авторів як В. Арєнєв [Арєнєв Пан], І. Грабовська [Грабовська Зірки; Грабовська Земля; Грабовська Замок], П. Дерев'янко [Дерев'янко Аркан; Дерев'янко Тенета], Н. Довгопол [Довгопол Витязь] та К. Самойленко [Самойленко Закони; Самойленко Судні; Самойленко Остання]. Загальний обсяг аналізованих текстів складає понад 5100 сторінок. У ході дослідження виявлено понад 1500 прецедентних феноменів.

Вивченню цього явища присвячені праці таких українських дослідників як А. Берестова [Берестова автореферат], І. Богданова [Богданова дисертація; Сахарук Сфери-джерела], М. Брик [Брик дисертація], Т. Кальченко [Кальченко автореферат], А. Петренко [Петренко дисертація], М. Рослицька [Рослицька дисертація], Т. Соловйова [Соловйова дисертація] та ін. Проаналізувавши запропоновані науковцями визначення цього поняття [Берестова автореферат, с. 4; Богданова дисертація, с. 56; Застровська Найдюк Співвідношення понять; Соловйова дисертація, с. 51], визначаємо прецедентні феномени (ПФ) як концепти, що відомі багатьом представникам певної лінгвістичної спільноти й уособлюють її цінності, є носіями культурно та інтелектуально значущої інформації, часто відтворюються у мовленні та демонструють взаємодію культур.

Дослідники розробили класифікації прецедентних феноменів за різними критеріями, одним з яких є сфера походження, яку визначають як ту галузь знань (політичних, суспільно-історичних, культурних, наукових тощо) у межах якої певна особа, явище, предмет чи поняття набули великого символічного значення, перетворившись на прецедентні [Петренко дисертація, с. 87]. Найбільш розгорнуті класифікації пропонують І. Богданова та М. Рослицька. І. Богданова [Богданова дисертація, с. 83; Сахарук Сфери-джерела] виокремлює такі сфери-джерела як суспільна сфера, наука і мистецтво, релігія. До суспільної сфери науковиця зараховує феномени з таких галузей як політика, суспільні та історичні діячі, події, локації, дати, організації та лозунги. До науки і мистецтва, за

І. Богдановою, належать різні галузі науки, види мистецтва, міфологія та фольклор, телебачення і реклама. До релігії дослідниця відносить всі феномени, що стосуються усіх релігій, вірувань і конфесій. М. Рослицька застосовує таку класифікацію сфер-джерел прецедентних феноменів: політика (куди зараховані держава, політичні партії, міжнародні організації, законодавчі акти); історія (сюди належать історичні події та явища, політичні діячі, державні утворення); і релігія (яка охоплює релігійних діячів та святих, божеств, релігійні тексти та їхніх персонажів, релігійні свята) [Рослицька дисертація].

На наш погляд, наявні класифікації не є достатньо деталізованими, тому ми пропонуємо поділ прецедентних феноменів на п’ять макросфер: мистецько-інтертекстуальна, міфологічно-фольклорна, релігійна, соціокультурна та культурно-історична, науково-технічна. Ці макросфери поділяємо на підсфери. Для міфологічно-фольклорної макросфери підсферами є міфології народів світу (єгипетська, давньогрецька, українська тощо), фольклор народів світу (німецький, англійський, китайський та ін). Кожна підсфера складається з окремих джерел, наприклад, давньоримські міфи, скандинавські легенди, українські народні пісні, польські народні казки тощо. Ця класифікація дає змогу визначити не лише галузь знань, з якої походить прецедентний феномен, але й дослідити, які культури мають найбільший вплив на українську культуру, а зокрема на літературу.

Частка прецедентних феноменів з міфологічно-фольклорної макросфери у текстах сучасного українського фентезі складає приблизно 11%. Найбільшими підсферами є давньогрецька (приблизно 2,5% від усіх ПФ), слов’янська (приблизно 2,5%) та українська міфологія (близько 2%). Поширеним є також український фольклор (1,5%).

Домінування прецедентних феноменів з вітчизняного лінгвокультурного простору, на наш погляд, є закономірним, оскільки останніми роками зростає інтерес до української культури, історії і традицій, що залишає відбиток у сучасних фентезійних текстах. Прецедентні феномени з української міфології та фольклору створюють національний і місцевий колорит, а також є добре знайомими для реципієнтів.

Український фольклор представлений у вітчизняному фентезі такими джерелами як народні пісні («*Гей, наливайте повнії чари…*» [Дерев’янко Тенета, с. 265], «*Ой під вишнею, під черешнею*» [Дерев’янко Тенета, с. 436]), коломийки («*Коломия, Коломия, Коломия місто…*» [Дерев’янко Тенета, с. 266]), народні казки (*Котигорошко* [Дерев’янко Тенета, с. 119], *Івасик-Телесик* [Дерев’янко Тенета, с. 119; Довгопол Витязь, с. 143-144], казка про *Кобилячу Голову* [Довгопол Витязь, с. 124]), легенди і перекази (*Мамай* [Дерев’янко Аркан, с. 13, 44; Дерев’янко Тенета, с. 14], *Байда* [Дерев’янко Тенета, с. 244]). Феномени з української міфології реперезентують у першу чергу персонажі міфів, наприклад, *мавки* [Дерев’янко Аркан, с. 18; Дерев’янко Тенета, с. 191; Самойленко Закони, с. 243; Самойленко Остання, с. 372], *потерчата* [Дерев’янко Аркан, с. 89], *упирі* [Довгопол Витязь, с. 274], *мольфари* [Дерев’янко Аркан, с. 490; Дерев’янко Тенета, с. 23], *двоєдушники* [Самойленко Закони, с. 110] тощо.

Варто звернути окрему увагу на прецедентні ситуації, пов'язані з народними українськими обрядами, які становлять меншість феноменів у підсфері українська міфологія. До них належать, наприклад, поховальні обряди, які, згідно з віруваннями, не дають померлому змоги перетворитися на нечисту силу [Кривенко Осика]. До них належать зокрема поховання в *осиковій домовині*, *кілок у груди* і *покладання обличчям до землі* [Дерев'янко Аркан, с. 266].

Слов'янська міфологія добре знайома українському читачеві через спільний культурно-історичний простір зі слов'янськими державами. Прецедентні феномени цієї підсфери актуалізовані в текстах сучасного українського фентезі через такі джерела як боги та божества (*Морана* [Дерев'янко Тенета, с. 62] або *Марена* [Довгопол Витязь, с. 133], *Лада* [Довгопол Витязь, с. 130], *Перун* [Дерев'янко Аркан, с. 247]), істоти (*полудниця* [Самойленко Остання, с. 18; Самойленко Судні, с. 338], *лісовик* [Дерев'янко Аркан, с. 87], *русалка* [Дерев'янко Аркан, с. 162]), герої (*Ілля Муромець* [Довгопол Витязь, с. 36]) та об'єкти, наділені надприродними характеристиками (*Пучай-річка*, *калиновий міст* [Дерев'янко Аркан, с. 32-33]).

Давньогрецька міфологія є популярною в Україні та світі, тому пересічні реципієнти здатні декодувати феномени цієї підсфери. У досліджуваних текстах переважають прецедентні імена на позначення персонажів міфів (*сестри Мойри* [Самойленко Закони, с. 155], *Тесей* [Самойленко Остання, с. 499], *Прометей* [Самойленко Остання, с. 355] тощо). Значно рідше трапляються прецедентні ситуації («*Як крізь пітьму царства мертвих колись слідувала Еврідіка за Орфеєм…*» [Самойленко Остання, с. 356]), а прецедентні артефакти представлені поодинокими феноменами (*нить Аріадни* [Самойленко Остання, с. 499]).

Міфології інших народів світу поширені в аналізованих текстах значно менше (сумарно вони складають близько 3% від усіх феноменів) і репрезентовані окремими прецедентними іменами. До них належать, наприклад, ПФ зі скандинавської (*Локі* [Самойленко Закони, с. 129], *Одін* [Дерев'янко Тенета, с. 98-99]), англійської (*Ковен* [Дерев'янко Аркан, с. 226; Дерев'янко Тенета, с. 23]), іспанської (*Ельдорадо* [Дерев'янко Тенета, с. 41]), арабської (*джин* [Дерев'янко Тенета, с. 403]) і давньоєгипетської міфологій (*Сет* [Самойленко Закони, с. 129]) тощо. Варто звернути увагу, що фольклор народів світу актуалізований у сучасному українському фентезі всього двічі через згадки народних казок (німецька *казка про Гензель і Гретель* [Самойленко Судні, с. 74-76], *жар-птиця* [Самойленко Остання, с. 611] зі слов'янського фольклору).

Прецедентні феномени міфологічно-фольклорної макросфери виконують у вітчизняному фентезі різноманітні функції. Однією з них є сюжетно-композиційна, яка має декілька проявів. Перш за все феномени є одним з елементів творення художнього світу тексту. Однією з основоположних характеристик фентезі як метажанру є наявність у світі, де відбуваються події, чогось магічного чи надприродного, одним із засобів для творення якого є саме прецедентні феномени з міфологічно-фольклорної макросфери. Герої міфів, легенд і переказів можуть бути фоновими чи епізодичними персонажами у фентезі. У деяких випадках характеристиками міфічних істот можуть бути

наділені і головні герої фентезійних текстів. Наприклад, у трилогії К. Самойленко «Двоповня» [Самойленко Закони; Самойленко Судні; Самойленко Остання] вторинний світ населяють *двоєдушники* – люди, в тілі яких існує дві душі – людська і звірина, – і які вміють перетворюватися на тварин, а також володіють магією. Іншим проявом сюжетно-композиційної функцій феноменів міфологічно-фольклорної макросфери є сюжетний паралелізм. У романі К. Самойленко «Остання данина Саверу» [Самойленко Остання] повторюваним лейтмотивом є міф про Сізіфа, з яким ототожнюється боротьба одного з головних героїв проти правителя-тирана, яка за життя цього героя не увінчується успіхом.

Прецедентні феномени можуть виконувати евфемістичну функцію. Наприклад, головна героїня роману К. Самойленко говорить до двоєдушниці-вовчиці таке: «Якщо руку тобі в пащу засуну, зі мною буде те ж, що було з *Тюром*?» [Самойленко Закони, с. 106]. Тюр – це бог зі скандинавської міфології, характерною рисою якого є зображення лише з однією рукою, оскільки згідно з міфами іншу відкусив вовк Фенрір. Міфологічно-фольклорні прецедентні феномени можуть слугувати засобом для прикрашання тексту, виконуючи естетичну функцію (наприклад, «*Він слідував за нею, наче за Орфеєм, хоча і знав, що вела його Ріна не до світла, а все далі в пітьму*» [Самойленко Остання, с. 356], «*Вартовий на вході до червоного намету по колу бурмотів «ой, під вишнею, під черешнею», не продовжуючи пісню далі ані словом*» [Дерев'янко Тенета, с. 436]).

Письменники використовують відомі прецедентні феномени для підсилення емоційності свого тексту, оскільки ПФ створюють яскравий образ у свідомості реципієнта (наприклад, прецедентне ім'я «чугайстер», добре відоме українським читачам, підкреслює та увиразнює цей уривок: «*Попереджую, брате, вперше і востаннє: якщо ти самовільно покинеш загін під час виконання завдання, то найближчі роки проведеш вартовим у такій дірі, де й чугайстер не ходить*» [Дерев'янко Аркан, с. 270]). Завдяки своїй образності прецедентні феномени є лаконічним та дієвим засобом надання оцінки персонажам, подіям чи явищам («*Вона ледь не вивернула шию, щоб краще роздивитися того хлопця – його жваві рухи та натхненне обличчя, що сяяло незгірше самого Ярила*» [Довгопол Витязь, с. 26]).

Отже, міфологічно-фольклорні прецедентні феномени є невіддільною частиною сучасного вітчизняного фентезі. Домінантними є українська, слов'янська і давньогрецька міфологія, а також український фольклор. У досліджуваних текстах прецедентні феномени з цих джерел виконують сюжетно-композиційну, оцінну, експресивну, естетичну й евфемістичну функцію. Перспективою подальших досліджень є вивчення прецедентних феноменів з інших макросфер на матеріалі вітчизняних зразків цього метажанру.

Список літератури

1. Арєнєв В. Пан малодобрий. Київ : А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА, 2024. 256 с.

2. Грабовська І. Замок із кришталю. Замок із кришталю. Том 3. Харків: Віват, 2025. 744 с.

3. Грабовська І. Замок із кришталю. Земля крилатих. Том 2. Харків: Віват, 2023. 440 с.

4. Грабовська І. Замок із кришталю. Зірки й кістки. Том 1. Харків: Віват, 2022. 464 с.

5. Дерев'янко П. Літопис Сірого Ордену. Аркан вовків. Том 1. Львів: Видавництво Старого Лева, 2025. 520 с.

6. Дерев'янко П. Літопис Сірого Ордену. Тенета війни. Том 2. Львів: Видавництво Старого Лева, 2025. 536 с.

7. Довгопол Н. Витязь і Вірлиця. Харків: Жорж, 2023. 324 с.

8. Самойленко К. В. Двоповня. Закони Невриди. Том 1. Харків: КСД, 2024. 480 с.

9. Самойленко К. В. Двоповня. Остання данина Саверу. Том 3. Харків: КСД, 2025. 992 с.

10. Самойленко К. В. Двоповня. Судні дні в Кабірії. Том 2. Харків: КСД, 2025. 440 с.

11. Берестова А. А. Релігійна прецедентність у мові української прози кінця XX – початку XXI століття : автореф. дис. … канд. філол. наук : 10.02.01. Харків, 2016. 24 с.

12. Богданова І. В. Сугестивний потенціал прецедентних одиниць в українському медійному дискурсі початку XXI століття : дис. … канд. філол. наук : 10.02.01 / Донецький нац. ун-т. Вінниця, 2016. 191 с.

13. Сахарук І. Сфери-джерела прецедентності в текстах українських друкованих ЗМІ. *Лінгвістичні студії : зб. наук. праць.* Донецьк, 2012. Вип. 25. С. 162–167.

14. Брик М. М. Вербалізація варіантів сприйняття образу Туреччини представниками російської та англійської лінгвокультур (на матеріалі романів письменників-білінгвів) : дис. … канд. філол. наук : 10.02.17. Київ, 2020. 269 с.

15. Кальченко Т. Ю. Функціонально-семантичні особливості прецедентних феноменів у поетичних текстах І. Римарука і В. Герасим'юка : автореф. дис. … канд. філол. наук : 10.02.01 / Харківський національний ун-т імені Василя Каразіна. Харків, 2014. 24 с.

16. Петренко А. С. Прецедентні феномени в заголовках сучасних засобів масової комунікації: джерела, структура, рецепція : дис. … канд. філол. наук : 035 Філологія. Київ, 2021. 332 с.

17. Рослицька М.В. Прецедентне ім'я в політичному дискурсі: формально-семантичні ознаки і соціопрагматичний потенціал (на матеріалі промов президентів України, Польщі та Франції кін. XX-поч. XXI ст.) : дис. … канд. філол. наук : 10.02.15. Львів, 2018. 357 с.

18. Соловйова Т. О. Типологія та прагматика прецедентних феноменів в українськомовному політичному дискурсі 2014–2019 рр : дис. … канд. філол. наук. 035 Філологія. Кривий Ріг, 2022. 236 с.

19. Застровська, С. О., Найдюк О. В. Співвідношення понять "прецедентний феномен" та "концепт". *Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки / Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки*. Луцьк, 2011. № 3 : Філологічні науки. Мовознавство, Ч. 1. С. 63–67.

20. Кривенко А. Осика в традиційних демонологічних уявленнях волинян (на основі польових етнографічних матеріалів). *Етнічна історія народів Європи*. 2014. Вип. 42. С. 46–52.

РОЛЬ ПУНКТУАЦІЇ В СУЧАСНОМУ ДИСКУРСІ: НОРМА, ПРАГМАТИКА ТА ЦИФРОВА КОМУНІКАЦІЯ

Торчинська Наталія Миколаївна,
кандидат філологічних наук, доцент,
завідувач кафедри слов'янської філології,
Хмельницький національний університет

Торчинський Михайло Миколайович,
доктор філологічних наук, професор,
професор кафедри української філології,
Хмельницький національний університет

Пунктуація є важливим складником писемної комунікації, оскільки забезпечує структурну організацію тексту, відображає смислові відношення між його частинами, допомагає передавати інтонаційні особливості висловлення та спрямовує інтерпретацію повідомлення адресатом. У традиційному розумінні розділові знаки сприймають передусім як графічні показники синтаксичного членування речення. Однак у сучасному дискурсі їхні функції значно ширші: пунктуація бере участь у формуванні авторської модальності, вираженні емоцій, регулюванні міжособистісної дистанції, створенні іронії, категоричності, невпевненості або підтексту.

Особливо виразно функціональна природа пунктуації виявляється в умовах цифрової комунікації. Соціальні мережі й месенджери сприяють поширенню коротких, ситуативних, часто діалогічних повідомлень, у яких письмовий текст частково перебирає на себе функції усного мовлення. За відсутності голосу, міміки та жестів розділові знаки можуть ставати засобами компенсації невербальних сигналів. Крапка, трикрапка, знак оклику, повторювані знаки питання чи їх поєднання впливають на тон повідомлення й можуть змінювати його прагматичне прочитання.

Мета тез – схарактеризувати роль пунктуації в сучасному дискурсі, зосередивши увагу на взаємодії нормативного, смислового, інтонаційного та функціонально-стилістичного аспектів, а також визначити специфіку використання розділових знаків в українськомовному онлайн-листуванні. Приклади цифрової комунікації подано як модельовані й анонімізовані ілюстрації типових комунікативних моделей соціальних мереж. Вони не є дослівними цитатами з дописів конкретних користувачів і не претендують на репрезентативність корпусного дослідження.

1. Пунктуація як засіб організації та інтерпретації дискурсу

Пунктуація – це не лише сукупність правил розставлення графічних знаків, а й система засобів, за допомогою яких письмове мовлення набуває структурної, смислової та інтонаційної впорядкованості. У мовознавчій традиції зазвичай виокремлюють три взаємопов'язані принципи української пунктуації:

синтаксичний, смисловий та інтонаційний. Синтаксичний принцип зумовлює вживання знаків відповідно до граматичної будови речення; смисловий допомагає передати логічні відношення між компонентами; інтонаційний відображає ритмомелодику висловлення. У реальному тексті ці принципи діють не ізольовано, а взаємодіють, тому вибір розділового знака часто одночасно залежить від структури, змісту й комунікативного наміру мовця.

Смислорозрізнювальна функція пунктуації особливо помітна в конструкціях, де зміна знака спричиняє інше членування або інтерпретацію висловлення. Порівняймо: «Впевнена, Україна переможе», «Впевнена: Україна переможе», «Впевнена». У першому випадку слово ‘впевнена’ функціонує як вставний компонент, у другому – двокрапка вказує на пояснювальні відношення між частинами безсполучникового складного речення, а в третьому – ця лексема виконує функцію узгодженого означення. Отже, пунктуація не просто фіксує готовий зміст, а бере участь у його конструюванні, членує текст на певні логіко-граматичні відрізки мовлення, передаючи інтенцію мовця, сприяє розумінню прочитаного чи почутого. Це твердження залишається актуальним і для цифрового середовища: навіть у короткому повідомленні відсутність або заміна знака може змінити межі синтаксичних одиниць, логічні акценти і прагматичний ефект.

Водночас пунктуаційний знак не завжди виконує лише граматичну функцію. У художньому, публіцистичному, рекламному та мережевому дискурсах він може ставати засобом стилізації, індивідуалізації мовлення, увиразнення авторської позиції. А. Тепшич, аналізуючи авторську пунктуацію, зазначає, що її «багатофункційність авторської пунктуації полягає не просто в порушенні пунктуаційної системи мови, а в підсиленні значень розділових знаків, розширенні меж їх використання та в збагаченні образотворчих можливостей мови для досягнення художньої виразності» [1, с. 248]. Отже, відхилення від кодифікованої норми потребує контекстуальної оцінки: воно може бути як помилкою, так і свідомим стилістичним прийомом.

Для аналізу сучасного дискурсу важливо розмежовувати нормативну пунктуацію та пунктуаційну варіативність. Нормативний знак забезпечує відповідність усталеним правилам і полегшує однозначне прочитання тексту. Варіантне або авторське використання пунктуації може бути мотивоване жанром, стилем, індивідуальною манерою мовця чи прагненням створити додатковий смисл. Проте сама незвичність написання ще не свідчить про його функціональну виправданість: для такого висновку необхідно встановити, чи має відхилення зрозумілу комунікативну мотивацію.

2. Пунктуація в художньому та медійному дискурсі

У художньому дискурсі розділові знаки можуть брати участь у створенні авторського ідіостилю, передавати перебіг думок персонажа, паузи, емоційне напруження, уривчастість або спонтанність мовлення. Н. Кондратенко, характеризуючи синтаксис модерністського й постмодерністського дискурсу, звертає увагу на фрагментацію оповіді та її мовне оформлення. Дослідниця зауважує: «відтворення способу міркування героя-оповідача передбачає

фрагментацію, що синтаксично виражається в контекстуально неповних реченнях, семантичних лакунах, порушенні пунктуаційних норм» [2, с. 146]. Цей висновок важливий для ширшого розуміння пунктуації: порушення норми в художньому тексті може бути елементом моделювання свідомості персонажа, а не випадковою недбалістю.

До прикладу, аналізуючи випадки нестандартного оформлення прямої, непрямої та внутрішньої мови в романі Софії Андрухович «Фелікс Австрія», ми дійшли висновку, що найчастіше пунктуаційні відхилення пов'язані з оформленням прямої мови, зокрема зі словами автора всередині або після неї, а також із поєднанням різних форм передачі чужого мовлення в межах однієї синтаксичної конструкції, що зумовлено специфікою наратії, у якій головна героїня одночасно є оповідачкою і персонажем: переплетіння її внутрішнього мовлення, авторських ремарок і висловлювань інших дійових осіб ускладнює розмежування мовленнєвих планів, а пунктуаційна фрагментація відтворює плин думок, розмовну інтонацію та суб'єктивність сприйняття подій. Отже, відступи від усталених пунктуаційних норм у романі мають переважно функціонально-стилістичне призначення, сприяють увиразненню авторського задуму й формують індивідуальну манеру оповіді, характерну для постмодерного дискурсу [3].

У медійному дискурсі пунктуація виконує інші завдання. Вона структурує інформацію, забезпечує логічну послідовність викладу, допомагає розмежувати факт, коментар і цитату, а також впливає на сприйняття заголовка. Надмірне використання знаків оклику, трикрапок або знаків питання може посилювати емоційність повідомлення, створювати ефект сенсаційності чи невідкладності. Натомість точне пунктуаційне оформлення сприяє довірі до тексту й полегшує його сприйняття.

В онлайн-медіа швидкість підготовки та публікації матеріалів іноді спричиняє механічне використання розділових знаків. О. Тепла, досліджуючи пунктуаційні помилки в інтернет-виданнях, звертає увагу на типові відхилення в журналістських текстах і зазначає, що «відхилення від пунктуаційних норм може негативно позначитися на змісті повідомлення й завадити авторові досягти комунікативної мети» [4, с. 103]. Це засвідчує, що цифрове середовище саме по собі не скасовує вимог до професійної писемної комунікації. Навпаки, публічність і швидкість поширення медіатекстів посилюють відповідальність автора за точність його мовного оформлення.

3. Онлайн-листування як особливий комунікативний простір

Проміжне місце між усним і писемним спілкуванням у сучасному світі посідає онлайн-листування. З одного боку, повідомлення фіксується графічно й може бути перечитане, з іншого – часто створюється спонтанно, у режимі швидкого обміну репліками. У приватних чатах, коментарях і дописах користувачі прагнуть передати не лише інформацію, а й ставлення до співрозмовника, емоційний стан, ступінь близькості або дистанції. Тому пунктуація набуває додаткового прагматичного навантаження.

Цифрова комунікація позбавлена значної частини акустичних і візуальних сигналів, властивих безпосередньому спілкуванню. У текстовому повідомленні не чути тембру голосу, сили звучання, темпу та інтонації; не видно міміки й жестів. Частину цих функцій перебирають на себе графічні засоби: розділові знаки, великі літери, повтори літер, емодзі, абзацне членування, пробіли та форматування. Л. Трачук і Л. Казначеєва розглядають пунктуацію поряд зі шрифтом, кольором, фоном тексту й іконічними символами як один із ресурсів передавання невербальних сигналів в інтернет-комунікації. Водночас пам'ятаємо, що «смайл – це комбінація знаків пунктуації (дужок, крапок, тире тощо), призначена для графічного позначення тієї чи іншої емоції, яку транслює автор електронного повідомлення» [5, с. 61].

Пунктуація в онлайн-листуванні є контекстно залежною. Один і той самий знак може виконувати різні функції залежно від стосунків між учасниками, теми розмови, платформи, жанру повідомлення та попереднього контексту. Крапка наприкінці короткої репліки в офіційному листі переважно виконує нормативну завершальну функцію. У неформальному чаті та сама крапка може сприйматися як сигнал остаточності, стриманості, незадоволення або демонстративної дистанції. Водночас не можна автоматично приписувати їй негативне значення: інтерпретація залежить від звички конкретного користувача й комунікативної ситуації.

Показовим є зіставлення двох модельованих реплік: «*Добре*» і «*Добре*.» Перша може сприйматися як нейтральна коротка відповідь, друга – як більш категорична або завершальна. Проте в діловому листуванні крапка є звичайним нормативним знаком і не повинна інтерпретуватися як прояв роздратування. Отже, прагматичне значення пунктуації не закріплене раз і назавжди: воно формується в межах конкретної комунікативної практики.

Трикрапка часто передає незавершеність думки, вагання, паузу, натяк, розчарування або очікування реакції адресата. У повідомленні «*Я думала, ти сьогодні прийдеш...*» вона може сигналізувати про невисловлену претензію чи емоційне розчарування. У репліці «*Можливо, спробуємо ще раз?..*» трикрапка пом'якшує пропозицію, надаючи їй відтінку невпевненості. Однак надмірне використання цього знака може ускладнювати інтерпретацію, оскільки адресат змушений самостійно інтерпретувати невисловлену частину повідомлення, а отже, й реакція на прочитане буде суб'єктивна.

Знак оклику в цифровому спілкуванні часто посилює позитивну або негативну емоцію, виражає захоплення, підтримку, обурення, вимогу чи попередження. Порівняймо: «*Дякую за допомогу*.» і «*Дякую за допомогу*!» У другому випадку знак оклику може передавати більшу емоційну залученість. Повтор знаків («*Дякую*!!!») зазвичай інтенсифікує експресію, але в окремих ситуаціях може сприйматися як надмірна емоційність або тиск.

Повторювані знаки питання («*Серйозно*???») здатні виражати не лише запит, а й здивування, недовіру, обурення або іронію. Поєднання знаків питання й оклику («*Ти вже вдома*?!») передає сильну емоційну реакцію, у якій поєднано запитальність і схвильованість. Такі графічні моделі не замінюють нормативної

пунктуації в усіх жанрах, проте в неформальному онлайн-спілкуванні вони функціонують як засоби інтонаційного та емоційного увиразнення.

4. Пунктуаційні практики українськомовних соціальних мереж

У соціальних мережах пунктуація взаємодіє з особливостями платформи та жанру. Допис у Facebook може мати розгорнуту структуру, абзаци й повні речення; коментар в Instagram або коротка репліка в Telegram часто тяжіють до стислості; короткоформатні платформи заохочують лаконічне висловлення. Відповідно, пунктуаційні засоби пристосовуються до комунікативного завдання: вони допомагають структурувати аргументацію, передавати емоцію, виділяти ключове слово або створювати ефект розмовної безпосередності.

Нижче пропонуємо модельовані узагальнені ілюстрації, що відтворюють типові найбільш поширені форми україномовних дописів і коментарів у соцмережах. Такий спосіб подання дає змогу проаналізувати пунктуаційні функції без поширення персональних даних користувачів і без приписування вигаданих висловлень конкретним особам. Для повноцінного емпіричного дослідження ці моделі варто доповнити корпусом відкритих дописів із зазначенням платформи, дати, жанру та принципів анонімізації.

1. Крапка як маркер завершеності й дистанціювання. Модельований коментар: «*Я все пояснила. Повертатися до цього питання не хочу*». Крапка відмежовує дві завершені думки й надає висловленню категоричності. У приватному листуванні подібна структура може сприйматися як остаточне припинення обговорення, хоча в нейтральному інформаційному дописі вона лише забезпечує нормативне членування тексту.

2. Відсутність крапки як ознака неформальності або швидкого обміну репліками. Модельований коментар: «*дякую за пояснення дуже допомогло*». Відсутність кінцевого знака може бути пов’язана з економією мовних зусиль, звичкою до коротких повідомлень або прагненням відтворити усну невимушеність. Проте в розгорнутому публічному дописі систематичне нехтування пунктуацією може ускладнювати читання, особливо коли повідомлення містить кілька смислових блоків.

3. Трикрапка як засіб натяку та незавершеності. Модельований допис: «*Планували одне, вийшло зовсім інше... Ну, буває*». Трикрапка створює паузу між констатацією події та її оцінкою, залишаючи частину емоційного змісту невисловленою. Адресат має самостійно домислити ставлення автора – розчарування, іронію або примирення з обставинами.

4.Повтор знаків оклику як засіб емоційної інтенсифікації. Модельований допис: «*Нарешті це сталося!!! Дякую всім, хто підтримував!!!*» Повтор окличних знаків підсилює радість і вдячність. У неформальному жанрі така пунктуація може бути стилістично доречною, однак у новинному повідомленні або офіційній заяві вона зазвичай суперечить нейтральному тону.

5. Поєднання питання й оклику як маркер емоційного запиту. Модельований коментар: «*Чому про це ніхто не повідомив раніше*?!» Висловлення формально містить запитання, але знак «?!» засвідчує обурення й вимогу пояснення. У такий

спосіб пунктуація сигналізує, що адресант очікує не просто інформаційної відповіді, а реакції на порушення певних очікувань.

6. Двокрапка як засіб анонсування пояснення або переліку. Модельований допис: «*Маю три новини: перша – гарна, друга – несподівана, третя – потребує обговорення*». Двокрапка організує текст і попереджає читача про подальше розгортання інформації. У соцмережах цей знак часто допомагає зробити допис структурованим і зрозумілим.

7. Тире як засіб акцентування та протиставлення. Модельований допис: «*План був простий – зробити все вчасно. Реальність – внесла свої корективи*». У короткому дописі тире може візуально виділяти підсумок або контраст, однак нормативне оформлення потребує врахування синтаксичної структури речення. Як свідчать проаналізовані нами висловлювання, респонденти часто зловживають цим розділовим знаком.

8. Лапки як засіб дистанціювання, іронії та переосмислення. Модельований коментар: «*Дуже "вчасне" рішення, нічого не скажеш*». Лапки сигналізують, що слово вжито не в прямому значенні, а з іронічним відтінком. Вони дають змогу авторові позначити скептичне ставлення до названої оцінки, не формулюючи його окремим реченням.

9. Дужки як канал додаткового коментаря. Модельований допис: «*Сьогодні нарешті завершили проєкт (і це було непросто)*». Дужки відмежовують додаткову інформацію, яка не є основою повідомлення, але додає особисту оцінку. У неформальному онлайн-дискурсі вставлені компоненти часто створюють ефект довірливої розмови або авторського відступу.

10. Коми як засіб уникнення неоднозначності. Модельований допис: «*Друзі, сьогодні зустрічаємося о шостій*». Кома виокремлює звертання й полегшує розуміння структури висловлення. Навіть у швидкому листуванні нормативне оформлення звертань важливе, адже воно впливає на ясність повідомлення.

Наведені приклади демонструють, що пунктуація в соціальних мережах може виконувати щонайменше чотири взаємопов'язані функції: структурну (членування тексту), семантичну (уточнення змістових відношень), інтонаційну (передавання паузи й ритмомелодики) та прагматичну (вираження ставлення й регулювання взаємодії). У цифровому дискурсі ці функції нерідко реалізуються одночасно.

5. Норма й варіативність у пунктографії

Поширення неформального онлайн-листування актуалізує питання співвідношення кодифікованої пунктуаційної норми та ситуативних цифрових практик. Не кожне відхилення від правила є свідомим стилістичним прийомом, так само як не кожна нестандартна форма автоматично свідчить про низький рівень мовної компетентності. Для аналізу необхідно враховувати жанр, адресата, мету повідомлення, ступінь офіційності та можливість неоднозначного прочитання.

У приватному чаті пропуск крапки в короткій репліці може бути звичайною практикою, яка не перешкоджає комунікації. Натомість у заяві, навчальній роботі, журналістському матеріалі чи офіційному електронному листі

пунктуаційна точність є частиною професійної та академічної культури. Отже, доречніше говорити не про скасування норм у цифровому середовищі, а про функціональну диференціацію мовних засобів залежно від комунікативної ситуації.

Особливої уваги потребує надмірна пунктуаційна експресія. Послідовності на зразок «!!!!!», «?????» або часте використання трикрапки можуть бути зрозумілими в межах певної онлайн-спільноти, однак їхнє значення не завжди прозоре для стороннього адресата. Крім того, надлишок знаків може знижувати читабельність і створювати враження емоційного тиску. Тому важливо розвивати не лише знання правил, а й пунктуаційну чутливість – здатність оцінювати, як графічне оформлення впливатиме на сприйняття повідомлення.

Пунктуаційна грамотність у цифровому середовищі має охоплювати два взаємодоповнювальні компоненти. Перший – нормативний: знання правил і вміння застосовувати їх у стандартних письмових жанрах. Другий – прагматичний: усвідомлення того, як розділові знаки впливають на тон, емоційність, міжособистісну дистанцію та інтерпретацію повідомлення. Саме поєднання цих компонентів дає змогу користувачеві свідомо обирати мовні засоби, а не механічно відтворювати звичні цифрові шаблони.

Отже, пунктуація в сучасному дискурсі є багатофункційним засобом організації, смислового членування та прагматичного оформлення повідомлення. У художньому дискурсі вона може формувати авторський стиль і відтворювати особливості мовлення персонажів; у медійному – забезпечує точність, логічність і зрозумілість викладу; в онлайн-листуванні – додатково компенсує невербальні сигнали, передає емоційні відтінки й регулює взаємодію між комунікантами.

Особливість цифрового середовища полягає в тому, що значення розділових знаків формується не лише відповідно до синтаксичної структури, а й під впливом жанру, платформи, комунікативної мети й стосунків між учасниками. Крапка може сигналізувати завершеність або дистанціювання, трикрапка – незавершеність і натяк, знак оклику – емоційну інтенсивність, повторювані знаки питання – здивування чи обурення. Проте ці прагматичні значення не є абсолютними й потребують контекстуального тлумачення.

Перспективним напрямом подальшого дослідження вважаємо формування корпусу українськомовних дописів і коментарів із різних соціальних мереж для кількісного та якісного аналізу пунктуаційних практик. Такий корпус дасть змогу встановити частотність окремих графічних моделей, зіставити їх використання в різних жанрах і простежити, як пунктуаційні засоби взаємодіють з емодзі та іншими мультимодальними компонентами. Водночас важливо розмежовувати свідомі стилістичні відхилення й випадкові помилки, а також ураховувати етичні вимоги до використання відкритих цифрових матеріалів.

Список літератури

1. Тепшич А. І. Постмодерністська авторська пунктуація як один із прийомів мовної гри (на матеріалі прозових творів представників станіславського

феномена). *Вісник Запорізького університету*. Філологічні науки. 2016. № 1. С. 244–250.

2. Кондратенко Н. В. Синтаксис українського модерністського і постмодерністського дискурсу : монографія. Київ : Видавничий дім Дмитра Бураго, 2012. 328 с.

3. Торчинська Н.М. Порушення пунктуаційних норм у постмодерному дискурсі (на прикладі конструкцій із чужим мовленням). *Славістичні студії: лінгвістика, літературознавство, дидактика* : збірник наукових праць. Хмельницький, 2022. Випуск 11. С.266–275.

4. Тепла О. Пунктуаційні помилки на сторінках інтернет-видань. *Міжнародний філологічний часопис*. 2021. Т. 12, № 3. С. 103–106.

5. Трачук Л., Казначеєва Л. Інструменти невербальної інтернет-комунікації. *Бібліотекознавство*. *Документознавство. Інформологія*. 2023. № 1. С. 59–64.

ПАРАДОКС БЕЗЦІННОГО: МЕЖІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗУМІННЯ ЦІННОСТІ У ФІЛОСОФІЇ Ж. БОДРІЙЯРА

Мартиненко Олександр Петрович
асистент кафедри філософії та культурології
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

«Безцінним» ми називаємо те, чому неможливо призначити ціну, нерідко – через виняткову значущість. Проте за межами звичайного оцінювання опиняється й те, що «нічого не варте». Здавалося б, ці означення протилежні; їх об’єднує, однак, одна обставина: для обох не вдається встановити придатний еквівалент. Звідси виникає питання, яке виходить за межі мовної неоднозначності: чи справді все значуще підлягає оцінюванню і чи можна економічну міру поширювати на всю сферу людських відношень? У філософії Ж. Бодрійяра ця проблема постає як спроба осмислити те, що не вкладається в порядок вартості.

Відправним пунктом є співвідношення споживчої та обмінної вартості. Перша вказує на використання речі, друга – на можливість її обміну відповідно до певного еквівалента. Ж. Бодрійяр звертає увагу на умовність претензії цієї моделі вичерпати всі значення предмета. Залучаючи антропологічний досвід, він розглядає форми циркуляції речей, які не можна пояснити винятково товарною логікою [1, с. 7–8]. У нашому аналізі доцільно тому розрізняти економічну вартість і цінність у ширшому аксіологічному сенсі. Це робоче розрізнення українського викладу, а не приписування Ж. Бодрійяру двох окремих термінів. Економічне оцінювання зберігає свою дієвість, але не стає універсальним поясненням значущості.

У праці «Символічний обмін і смерть» філософ описує перехід від товарного до структурного закону цінності. Якщо в першому випадку відношення знака до того, що він позначає, ще має визначальне значення, то у структурному порядку на перший план виходять співвідношення знаків між собою та їхня взаємозамінність [2, с. 6–7]. Це не просто нова техніка оцінювання: референт поступається місцем грі відмінностей усередині коду. Проте тут знову виникає запитання про межу: чи можна встановити еквівалент для всього, що набуває значення?

У «Паролях» Ж. Бодрійяр зближує два на перший погляд несумісні означення: «Або річ „нічого не варта“, або вона „безцінна“; в обох випадках ми маємо справу з тим, що не піддається оцінюванню в найсильнішому розумінні цього слова» [1, с. 9] (переклад наш). Філософ не ототожнює їхню повсякденну оцінну силу: перше позначає знецінення, друге – винятковість. Спільним є інше – неможливість оцінити річ за допомогою звичної міри. Парадокс полягає в тому, що одна й та сама відмова від еквівалента може мовно виражати протилежні судження. Отже, відсутність ціни сама по собі нічого не говорить ані про повну втрату цінності, ані про її абсолютність.

Така невизначеність не скасовує відношень між речами й людьми. Ж. Бодрійяр пропонує відрізняти контракт, оснований на абстрактному погодженні сторін, від пакту – зв'язку, що передбачає їхню співучасть. Прикладом стає поетична мова: слова взаємодіють не лише як носії наперед визначеного значення, а й через напругу та інтенсивність самого мовлення [1, с. 9–10]. Це порівняння не доводить, що економічний обмін позбавлений сенсу. Воно показує, чому для опису деяких відношень замало лише встановити, що саме і на що обмінюється.

У понятті символічного обміну ця відмінність отримує точніше визначення. Ж. Бодрійяр стверджує: «Тоді як цінність завжди має односпрямований характер, тоді як вона переходить від однієї точки до іншої відповідно до системи еквівалентності, у символічному обміні члени відношення є оборотними» [1, с. 14] (переклад наш). Оборотність не дорівнює симетричній передачі однакових благ. Вона ставить під питання жорстку фіксацію протилежних полюсів: життя і смерті, позитивного й негативного, дару і зустрічного дару. Йдеться про відношення, у якому сам рух між сторонами важливіший за остаточне підведення його під спільну міру. Тому навіть там, де предмет має ринкову вартість, ціна не завжди пояснює його роль у символічній взаємності.

При цьому символічний обмін не слід ідеалізувати як морально досконалу альтернативу ринку. Бодрійяр пов'язує дар із можливістю встановлення влади, а зустрічний дар – із подоланням її однобічності [2, с. 49]. Відтак важить не безкорисливість речі й не її особлива «духовна» природа, а структура відношення між учасниками. Таке прочитання дозволяє зберегти критичну силу поняття символічного обміну, не перетворюючи його на нову шкалу цінностей.

Питання загострюється в концепті неможливого обміну. В економічній сфері окремі речі підлягають співвіднесенню, однак економіку як ціле, за спостереженням Ж. Бодрійяра, ні на що обміняти: немає зовнішньої щодо неї міри, яка могла б виконати роль еквівалента. Так само світ у своїй цілісності не має «іншого світу», відносно якого можна було б установити його вартість [1, с. 73]. Тут уже недостатньо протиставити ринковому обміну іншу форму взаємності. Неможливий обмін виявляє граничний випадок, коли порівняння не може відбутися через відсутність зовнішнього члена відношення.

На наш погляд, це дозволяє розвести три рівні аналізу, які в короткому викладі легко змішати. Економічна вартість спирається на співмірність і еквівалент; символічний обмін – на оборотність відношення, яке не вичерпується товарною рівноцінністю; неможливий обмін вказує на відсутність самої міри порівняння. Таке розрізнення становить нашу аналітичну реконструкцію, а не готову тричленну класифікацію Ж. Бодрійяра. Вона допомагає пояснити, чому безцінне не варто тлумачити ні як нульову, ні як нескінченно велику вартість: обидва визначення все ще залежать від шкали, межі якої ми намагаємося встановити.

Звідси не випливає, що всяка необмінювана річ має абсолютну цінність. Відсутність еквівалента не доводить ані моральної переваги, ані метафізичної винятковості предмета. Натомість вона виявляє ситуації, у яких запитання

«скільки це коштує?» не дає відповіді на запитання «що це означає?». Ідеться не про відмову від оцінювання, а про визнання його різних підстав та меж.

Отже, парадокс безцінного у філософії Ж. Бодрійяра вказує на обмеженість економічної міри, коли її намагаються перетворити на загальний принцип осмислення цінності. Реконструкція зв'язку між вартістю, символічним і неможливим обміном не заперечує продуктивності економічного підходу, але повертає до аналізу те, що він залишає поза увагою, – характер самого відношення та межі його порівнюваності. Безцінне тоді постає не особливою ціною речі, а випробуванням здатності нашого мислення розрізняти ціну і значущість.

Список літератури

1. Baudrillard J. Passwords / translated by Chris Turner. London; New York: Verso, 2003. 92 p.
2. Baudrillard J. Symbolic Exchange and Death / translated by Iain Hamilton Grant; introduction by Mike Gane. London: SAGE Publications, 1993. XIV, 254 p.

THE IMPORTANCE OF METHODS FOR DEVELOPING EXPLOSIVE POWER IN HAND STRIKES IN PEOPLE'S PUPLIC SECURITY AT FIRE AND RESCUE ACADEMY

Nguyen Van Tuyen
Faculty of Military, Martial Arts, Physical Culture and Sports, Fire and Rescue Academy,
243 Khuat Duy Tien, Dai mo, Ha Noi, Viet Nam

Abstract: This study examined a supplementary exercise programme intended to improve explosive hand-strike performance in Vietnamese People's Public Security martial arts. A six-month, two-group intervention involved 120 male cadets from the D41 cohort at a Fire and Rescue Academy. Sixty cadets followed the standard curriculum, while 60 received the same curriculum supplemented with general conditioning, discipline-specific drills and partner-based practice. The reported advantage in improvement for the experimental group was 7–19% across hand-strike performance outcomes and 9–18% for stationary and target-striking tests. The proportion meeting the required performance standards was reported as 30–40% higher in the experimental group. The findings suggest that a structured supplementary programme may improve performance in the hand-strike tasks assessed.

Keywords: Fire and Rescue Academy; Martial arts; Hand strikes; Explosive performance; Physical conditioning.

1. Introduction

Martial arts instruction forms part of the physical and professional preparation of Vietnam's People's Public Security personnel. The institutional textbook situates these techniques within a dedicated police training system [1]. For cadets, the educational task extends beyond learning isolated movements: techniques must be performed with sufficient speed, accuracy and control to remain useful when movement conditions change. Developing these qualities within a fixed teaching timetable requires a clear connection between physical conditioning and technical practice. Hand strikes provide a useful focus for examining that connection. Successful execution requires force to be generated rapidly and directed toward a specified target while posture and balance are maintained. Explosive strength, movement speed and striking skill are related, but they are not interchangeable outcomes. An increase in the number of strikes completed in a timed task, for example, does not by itself establish an increase in peak impact force or mechanical power. Training studies therefore need to define precisely which aspect of performance is being assessed.

The training literature cited in the original study addresses the development of physical abilities, the organisation of sports training and the measurement of performance [2–5]. These sources provide a conceptual basis for combining general conditioning with discipline-specific practice. They do not, however, establish which combination is most effective for police cadets, how much supplementary training is needed, or whether improvements in training tasks transfer to operational performance.

Those questions require intervention evidence with reproducible exercise prescriptions and clearly specified outcomes. The institutional needs assessment described in this study identified limited training time, inconsistent exercise selection, restricted equipment availability and a lack of common assessment criteria. It also reported that 90% of consulted lecturers and instructors regarded explosive hand-strike performance as highly important. The respondent number and survey procedures require confirmation, so this percentage is treated as contextual evidence rather than a representative estimate of instructors' views. The present study evaluated a six-month supplementary programme for male cadets. The objective was to compare changes in hand-strike performance between cadets receiving the standard curriculum alone and those receiving additional exercises organised around general conditioning, technical practice and partner-based application. The central question was whether this structured supplementation was associated with greater improvement in the assessed tasks

2. Materials and methods

2.1 Study design and setting

The study used a six-month, parallel-group training comparison at the institution identified in the source manuscript as the Academy of Fire Prevention, Firefighting and Rescue, Vietnam. The control group continued the standard martial arts curriculum. The experimental group completed the same curriculum with the proposed supplementary exercises. Because the allocation procedure was not described, the study is not characterised as a randomised trial. [Confirm the institution's official English name, study dates, recruitment procedure and unit of allocation.]

2.2 Participants

Participants were 120 male cadets from the D41 cohort, with 60 assigned to each group. The available account does not specify age, anthropometric characteristics, prior martial arts experience, health screening, eligibility criteria or sample-size justification. These characteristics are needed to describe the study population and assess baseline comparability. [Insert verified participant characteristics and report withdrawals, exclusions and the number included in each analysis.]

2.3 Programme rationale and exercise content

Exercise selection followed five principles: relevance to the techniques taught in People's Public Security martial arts; a physiological rationale for the intended adaptation; progressive loading; variation to accommodate different abilities; and feasibility within available facilities. General training and measurement texts provided the conceptual background [2–5]. These principles describe the programme's intended design; they should not be interpreted as evidence that a particular progression or workload was implemented. The general conditioning component included resistance exercises for the upper body and trunk, knee-raising drills, frog jumps, box jumps and high-knee running. Its purpose was to provide a physical foundation for technical work. The exercise list alone does not establish whether these activities were performed as maximal-speed efforts, strength work or endurance conditioning. Their contribution to explosive performance consequently depends on the loading, execution speed and recovery actually used.

Discipline-specific practice included stationary hand strikes, striking designated targets and combinations of offensive techniques. These drills were intended to connect rapid force production with target accuracy, body positioning and movement coordination. Target work provided an opportunity to practise directing a strike toward a defined location, while combinations required transitions between techniques. The source does not identify the exact strikes, target apparatus or coaching cues used. The application component comprised structured partner drills, sparring under the relevant training rules, and entry movements linked to throws or takedowns. These activities broadened practice beyond isolated striking. Their presence does not establish that tactical adaptability or operational effectiveness improved, because neither outcome was documented through a defined assessment. [Specify supervision, protective equipment, contact restrictions and procedures for recording injuries. Insert the implemented training schedule: sessions per week, minutes per session, exercise order, sets, repetitions, external resistance, movement-intensity instructions, rest periods and progression across the six months. Clarify whether total training time was equal between groups. Report attendance, adherence, instructor involvement and any additional physical training.

2.4 Outcome assessment

The study account refers to stationary hand-strike tests, target-striking tests and classification against required performance standards. It also describes improvements in speed, accuracy and effectiveness. However, the test procedures, measurement units, instruments and scoring rules are not supplied. These descriptions cannot be treated as direct measurements of power without further methodological information. Measurement texts cited by the authors provide background on performance assessment [4,5], but do not identify the procedures used in this intervention.

[For every outcome, provide its operational definition, test duration or number of attempts, apparatus, calibration, warm-up, familiarisation, assessor instructions, scoring direction and reliability. Confirm baseline and post-intervention testing dates and whether assessors knew group allocation. Define the pass threshold and its source before reporting standards attainment.

3. Results and Discussion

3.1 Institutional training needs

The preliminary assessment identified four reported constraints: exercise selection based largely on instructor experience, limited time dedicated to explosive hand-strike development, insufficient specialised equipment and inconsistent assessment criteria. Ninety per cent of the instructors consulted reportedly considered this training attribute highly important. Without a respondent denominator, sampling method or questionnaire, the precision and representativeness of this finding cannot be evaluated. The needs assessment nevertheless explains the practical motivation for introducing a structured supplement.

3.2 Reported training outcomes

After six months, the experimental group was reported to show greater improvement than the control group across the hand-strike outcomes. The stated advantage ranged from 7% to 19%. For stationary and target-striking tests, the reported

range was 9–18%. These task-specific values may overlap with the broader outcome range and should not be interpreted as an independent replication. Individual test names, baseline values and post-intervention values are needed to identify which outcomes contributed to each range.

The proportion reaching the required performance standards was reported to be 30–40% higher in the experimental group. The available description does not identify the underlying counts, the group-specific proportions or whether this figure denotes a relative increase or a percentage-point difference. It therefore cannot be used to calculate the number of additional cadets meeting the standards. Table 1 summarises the numerical findings without assigning an unsupported statistical interpretation.

Table 1 Reported outcomes after the six-month intervention

Outcome	Reported result	Information required for interpretation
Overall hand-strike performance	7–19% greater improvement	Outcome definitions, group-specific values and definition of the percentage difference
Stationary and target-striking tests	9–18% greater improvement	Separate results for each test and clarification of overlap with the overall range
Cadets meeting performance standards	30–40% higher proportion	Pass thresholds, numerator and denominator in each group, and relative versus percentage-point interpretation

The source also describes faster, more accurate and more effective execution in the experimental group. Because corresponding numerical measurements and scoring procedures were not supplied, these observations are retained as qualitative descriptions. Baseline equivalence, retention, adherence and adverse events cannot be established from the available study account.

4. Conclusions

A six-month supplementary exercise programme was associated with reported improvements in hand-strike performance among male police cadets. The findings support further evaluation of a structured approach that connects conditioning with technical and partner-based practice. However, the available percentage ranges and methodological description are insufficient to establish the size, statistical certainty or causal basis of the effect. Complete outcome data and a reproducible protocol are necessary before drawing firm conclusions about programme effectiveness or recommending wider implementation.

References

1. General Department of People's Public Security Force Development. (2007). People's Public Security martial arts: A textbook.

2. Harre, D. (1996). Theory of sports training.Sports and Physical Education Publishing House.

3. Le Buu, Nguyen The Truyen. (1991). Theory and methodology of youth sport. Sports and Physical Education Publishing House.

4. Duong Nghiep Chi, Tran Đuc Dung..(2004). Measurement in sport. Sports and Physical Education Publishing House.

5. Le Buu, Nguyen The Truyen. (1986). Assessment of physical and athletic abilities. Sports and Physical Education Publishing House.

РОЛЬ ТРЕНЕРА У ФОРМУВАННІ ПОЗИТИВНОГО ЕМОЦІЙНОГО СТАВЛЕННЯ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ДО ЗАНЯТЬ ГІМНАСТИКОЮ

Лева Альона Денисівна,
здобувачка другого (магістерського) рівня освіти
ННІ «Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту»
Українського державного університету науки і технологій

Демідова Оксана Миколаївна,
кандидат наук з фізичного виховання і спору, доцент
ННІ «Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту»
Українського державного університету науки і технологій

Формування позитивного емоційного ставлення дітей дошкільного віку до занять гімнастикою сприяє їхній систематичній участі у спортивній діяльності та розвитку інтересу до фізичної активності. У віці 3-6 років ставлення до тренувань залежить від емоційного досвіду, взаємодії з дорослими, доступності вправ і можливості відчути власний успіх. Специфіка гімнастики, що передбачає повторення вправ і поступове опанування складних рухів, потребує врахування вікових та психологічних особливостей дітей. Тренер навчає рухових умінь, підтримує мотивацію вихованців, формує довірливі взаємини та створює сприятливе емоційне середовище, яке визначає сприйняття занять як позитивного досвіду або джерела напруження.

Питання формування мотивації дітей дошкільного віку до фізичної активності досліджували C. Wright, S. Kirkhope, E. Buckler [1], І. Заплішний, [2]. Особливості мотивації дошкільників до занять художньою гімнастикою висвітлено в працях О. Квач, присвячених психолого-педагогічним засадам мотивації та використанню методики «Спортивна доріжка» [3, 4].

Попри наявність досліджень мотивації дошкільників до фізичної активності та художньої гімнастики, роль тренера у формуванні позитивного емоційного ставлення до гімнастичних занять потребує окремого розгляду з урахуванням специфіки тренувального процесу, вікових особливостей дітей і характеру педагогічної взаємодії.

У віці 3-6 років ставлення до фізичної активності формується через переживання під час занять: радість від виконання рухів, відчуття успіху, підтримку дорослого та взаємодію з однолітками. Тому тренер виконує навчальну функцію, пов’язану з опануванням рухових умінь та педагогічну, спрямовану на створення емоційно сприятливих умов для фізичного розвитку дитини.

Специфіка гімнастики передбачає послідовне опанування рухів, розвиток координації, гнучкості, рівноваги, відчуття ритму та точності виконання вправ.

Для дошкільників окремі рухові завдання можуть бути складними через недостатній розвиток координаційних здібностей, обмежений досвід рухової діяльності та нестійкість уваги. Якщо тренер зосереджується переважно на технічній правильності виконання вправ і не враховує можливостей дитини, заняття можуть супроводжуватися тривожністю, невпевненістю та страхом помилитися. Однак поступове ускладнення завдань, доброзичливе пояснення та підтримка індивідуального темпу навчання сприяють формуванню позитивного досвіду рухової діяльності.

Педагогічні чинники, що впливають на формування позитивного ставлення дітей дошкільного віку до занять фізичною культурою розглядає у своїх дослідженнях І. Заплішний. Автор виокремлює професійну компетентність педагога, індивідуальний підхід, використання ігрових методів і створення позитивного емоційного середовища [2, с. 40].

У гімнастичній підготовці педагогічні чинники передбачають добір вправ відповідно до віку, фізичних можливостей і психологічних особливостей дітей. Тренер має враховувати те, чи правильно дитина виконує рух, як вона реагує на завдання, чи виявляє зацікавленість, чи потребує додаткового пояснення або підтримки. Емоційно безпечна організація занять ґрунтується на доброзичливому спілкуванні, зрозумілих правилах і відсутності принизливих оцінок. Помилки – це складова навчання, яка сприяє усвідомленню недоліків і вдосконаленню рухових навичок. Тому тренеру доцільно оцінювати індивідуальний поступ дитини, відзначаючи покращення рівноваги, точність рухів і самостійність у виконанні складніших вправ, що підтримує впевненість та інтерес до занять.

О. Квач, досліджуючи психолого-педагогічні засади мотивації дітей 3-6 років до занять гімнастикою, акцентує увагу на використанні ігрових сюжетів, позитивного підкріплення, адаптації навантаження та взаємодії з батьками, що дає змогу організовувати тренувальний процес відповідно до вікових особливостей дошкільного віку [3, с. 25]. Вправи можна об’єднувати спільною ігровою темою, пропонувати дітям імітувати рухи тварин, долати умовні перешкоди або виконувати гімнастичні комбінації під музичний супровід. Таким чином, рухові завдання набувають зрозумілого для дитини змісту, а повторення вправ не сприймається як одноманітне відпрацювання техніки.

Ігровий підхід не повинен підміняти навчальну мету заняття. Завдання тренера полягає в тому, щоб поєднувати емоційну привабливість вправ із послідовним формуванням рухових умінь. Наприклад, сюжетна гра може передбачати виконання ходьби по лінії, утримання рівноваги, стрибків або рухів із предметами. Тренер визначає, які рухові якості розвиває кожне завдання, пояснює послідовність його виконання та добирає рівень складності відповідно до підготовленості вихованців, що дає змогу підтримувати інтерес дітей без втрати педагогічної спрямованості тренування.

Індивідуальний підхід до організації занять передбачає врахування відмінностей між дітьми одного віку за рівнем рухової підготовленості, упевненістю у власних силах, темпом засвоєння вправ і готовністю виконувати

завдання перед групою. Одні вихованці охоче демонструють рухи, інші потребують повторного показу або спочатку виконують завдання разом із тренером. Тренер має передбачати різні варіанти виконання вправ, надавати додатковий час для засвоєння рухів і не вимагати однакового результату від усіх дітей. Підтримка самостійних спроб і поступове зменшення допомоги сприяють розвитку впевненості та позитивного ставлення до власних можливостей.

У дослідженні О. Квач щодо методики «Спортивна доріжка», спрямованої на мотивацію дітей 4-6 років до рухової активності, розглядаються можливості організації занять на основі доступних рухових завдань [4, с. 34]. У гімнастичній підготовці принцип можна реалізувати через послідовність станцій або вправ, які передбачають поступове ускладнення рухових дій. Дитина переходить від простішого завдання до складнішого відповідно до власної готовності, а тренер надає короткі інструкції та зворотний зв'язок. Організація зменшує тривале очікування своєї черги, підтримує рухову активність і створює умови для переживання особистого успіху.

Ефективність педагогічної взаємодії залежить від характеру спілкування тренера, його тону голосу, міміки, жестів і реакції на невдачі дітей. Категоричні вимоги та акцентування уваги на помилках можуть посилювати емоційне напруження. Короткі інструкції, демонстрація вправ і конкретні рекомендації допомагають дітям зрозуміти завдання та вдосконалювати рухи. За потреби тренер доповнює словесні пояснення візуальними орієнтирами й музичним супроводом.

У систематичному огляді C. Wright, S. Kirkhope, E. Buckler встановлено зв'язок між активним прикладом дорослого, словесним заохоченням і залученням дітей до фізичної активності [1, с. 4]. Тренер повинен демонструвати вправи, брати участь у рухливих іграх і заохочувати зусилля дітей незалежно від рівня їхньої рухової підготовленості.

Дозування фізичного навантаження передбачає врахування самопочуття дітей, чергування вправ різної складності та достатні паузи для відпочинку. Надмірна інтенсивність і тривале виконання складних рухів можуть спричиняти втому та знижувати зацікавленість у заняттях. Тренер має адаптувати навантаження до індивідуальних можливостей вихованців, створюючи умови для успішного виконання вправ і підтримання фізичного комфорту.

Формування позитивного ставлення до гімнастики передбачає співпрацю тренера з батьками. Обмін інформацією про інтереси дитини, її реакції на навантаження та труднощі під час виконання вправ сприяє узгодженню педагогічних підходів. Батькам доцільно підтримувати інтерес дитини до занять, не вимагати передчасних спортивних результатів і не порівнювати її досягнення з успіхами однолітків. Узгоджені дії тренера та батьків сприяють закріпленню позитивного досвіду й підтриманню інтересу до рухової діяльності.

На основі розглянутих положень можна виокремити педагогічні напрями діяльності тренера у формуванні позитивного емоційного ставлення дітей дошкільного віку до гімнастики, які представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Педагогічні напрями діяльності тренера у формуванні позитивного емоційного ставлення дітей дошкільного віку до занять гімнастикою

Педагогічний напрям	Зміст діяльності тренера
Емоційно-комунікативний	створення емоційно комфортного середовища, формування довірливих взаємин, використання підтримки та позитивного зворотного зв'язку
Мотиваційно-ігровий	формування інтересу до рухової діяльності через ігрові сюжети, образні завдання, музичний супровід, творчі завдання, позитивне підкріплення та створення ситуацій успіху
Індивідуально-адаптивний	урахування вікових та індивідуальних особливостей дітей, рівня рухової підготовленості, темпу засвоєння вправ та особливостей емоційного реагування
Організаційно-методичний	раціональна побудова занять, забезпечення доступності й різноманітності вправ, їх послідовне ускладнення, адекватне дозування навантаження та оптимальне чергування рухової активності й відпочинку
Рефлексивно-партнерський	систематичне оцінювання індивідуального прогресу дитини, підтримання ситуації успіху та співпраця з батьками для підтримання інтересу й мотивації до занять

Отже, роль тренера у формуванні позитивного емоційного ставлення дітей дошкільного віку до занять гімнастикою полягає в поєднанні навчання рухових дій із педагогічною підтримкою, індивідуалізацією завдань і створенням сприятливого емоційного середовища. Ефективність тренувального процесу визначається засвоєнням техніки вправ, переживанням дітьми успіху, відчуттям підтримки тренера та сформованістю стійкого інтересу до занять гімнастикою.

Список літератури

1. Wright C., Kirkhope S., Buckler E. Systematic review of educator behaviours associated with physical activity of early years children. Wiley. 2024. № 50. P. 1–13.

2. Заплішний І. Педагогічні чинники формування інтересу дітей дошкільного віку до занять фізичною культурою. *Іомеханічні, педагогічні, медико-біологічні та психологічні аспекти фізичного виховання та спорту*. 2025. № 35(191). С. 38–44.

3. Квач О. Психолого-педагогічна методика формування стійкої мотивації до занять художньою гімнастикою у дітей 3-6 років. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2025. С. 21–31. URL: https://pcs.khmnu.edu.ua/index.php/pcs/article/view/469/435 (дата звернення 29.10.2026).

4. Квач О. Формування стійкої мотивації у дітей 4-6 років до занять художньою гімнастикою з використанням авторської методики «Sports Track». *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*. 2025. С. 32–41. URL: https://pcs.khmnu.edu.ua/index.php/pcs/article/view/504/481 (дата звернення 29.10.2026).

КОУЧИНГОВІ МЕТОДИ ЯК ПІДХІД ДО САМОРЕАЛІЗАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ В УМОВАХ КРИЗИ

Zelenin Vsevolod,
Candidate of Psychological Sciences, Professor,
Professor of the Department Psychology,
Mykhailo Dragomanov State University of Ukraine

Сучасний соціокультурний та економічний простір функціонує в умовах перманентної нестабільності, що обумовлено глобальними викликами, військовими конфліктами, цифровою трансформацією та різкими змінами життєвого устрою суспільства. Перебування особистості в парадигмі VUCA/BANI-світу актуалізує стан тривалого психоемоційного напруження, дезорієнтації та екзистенційної кризи. За таких умов традиційні механізми самореалізації та кар'єрного самовизначення суб'єкта виявляються малоефективними, що часто призводить до відчуження праці, втрати сенсожиттєвих орієнтирів та тотального професійного вигорання [2; 5]. З огляду на це, гостро постає науково-практична потреба впровадження інноваційних психологічних підходів, спроможних не просто адаптувати індивіда до кризових умов, а трансформувати деструктивні чинники зовнішнього середовища у вектори особистісного поступу. Особливе місце серед таких інструментів посідають коучингові методи, орієнтовані на експлікацію внутрішніх ресурсів, резильєнтність та проактивне проектування майбутнього [1; 3].

Проблема життєвого самовизначення та подолання кризових станів особистості перебуває в центрі уваги багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Теоретико-методологічний базис коучингу як технології актуалізації людського потенціалу закладено у фундаментальних працях закордонних дослідників. Вітчизняні науковці визначають специфіку застосування коучингу та нейролінгвістичного програмування в межах стратегічного консалтингу, формування життєтворчості та соціальних ліфтів у кризових і посткризових контекстах [1; 3; 6].

Психологічна криза традиційно інтерпретується як переломний момент, за якого суб'єкт стикається з неможливістю реалізації мотивів та цілей свого життя за допомогою звичних поведінкових стратегій. В умовах макросоціальних криз відбувається руйнація когнітивної моделі світу індивіда, що супроводжується втратою відчуття контролю, девальвацією колишніх досягнень та блокуванням потреби в самоактуалізації [5; 6].

Водночас, з позицій позитивної психології, кризовий стан має амбівалентний потенціал [1; 6]. Криза виступає не лише деструктором, а й рушійною силою розвитку – «тригером» переосмислення життєвих сценаріїв. Інноваційність коучингових методів полягає у відмові від дефіцитарного підходу на користь ресурсного підходу. У межах коучингової взаємодії криза деконструюється і піддається психологічному рефреймінгу: вона переводиться з категоріального

поля «загрози для виживання» у поле «простору для пошуку нових ідентичностей» та мобілізації прихованого психологічного капіталу [1; 2].

Ефективність коучингового підходу в умовах кризи забезпечується застосуванням методів, що стимулюють суб'єктність, критичність мислення та креативність особистості [1; 5; 6]. Серед основних методів та моделей, інтегрованих в антикризову практику самореалізації можна виділити:

 Метод сократівського діалогу та сильних запитань. Він орієнтований на розрив автоматичних когнітивних паттернів тривоги. Запитання коуча фокусують увагу клієнта на зонах його безпосереднього впливу. При цьому знижується рівень переживань безпорадності та повертається локус контролю всередину особистості [3; 4].

 Модель GROW (Goal, Reality, Options, Will): дозволяє здійснити аудит наявних ресурсів (Reality) в обхід панічних настроїв. А також спроектувати гнучкі, багатоваріантні сценарії дій (Options).

 Метод шкалювання та фреймінгу результату: допомагає особистості декомпозувати масштабні екзистенційні завдання на мікрокроки. Це знижує когнітивне навантаження та дозволяє фіксувати проміжні успіхи, підкріплюючи почуття самоефективності [5].

 Інтегральний та статусний коучинг: метод просторового та смислового моделювання, який дозволяє клієнту усвідомити свої позиції всередині складних соціальних систем («соціальний ліфт») та синхронізувати поведінкові реакції з довгостроковою життєвою стратегією навіть під час інтенсивного тиску середовища [1].

Зазначені методи дозволяють перебудувати внутрішню мотиваційну структуру особистості. Замість реакції «завмирання» або «втечі» індивід переходить до проактивного планування власного життя [1; 5; 6].

Процес самореалізації особистості під впливом коучингових методів у кризовий період розгортається через активацію психологічних механізмів (табл. 1) [2-6].

Таблиця 1.

Механізми забезпечення самореалізації через коучинг в умовах невизначеності

Механізм	Результат
Активація метакогнітивної рефлексії	Коучинг формує в індивіда навичку «self-monitoring» – здатність спостерігати за власними емоційними та ментальними станами відсторонено. Це зупиняє хаотичний прояв стрес-реакцій та дозволяє виявити обмежувальні переконання, замінюючи їх на підтримувальні конструктивні когніції [3; 4].
Розширення та мобілізація особистісної резильєнтності (Resilience)	Через коучингові технології відбувається інтеграція травматичного чи кризового досвіду в загальну структуру життєвого наративу. Минулі помилки та зовнішні удари переформатовуються у специфічний ресурс – «актив пружності», який підвищує адаптивний потенціал особистості [5; 6].

Евристичне цілепокладання та екологізація досягнень	В умовах стабільності цілі часто є лінійними. У кризі коучинг навчає особистість створювати динамічні, екологічні цілі, які узгоджуються з базовими цінностями, проте залишаються пластичними щодо змін ринку праці або суспільного життя [2; 6]. Це забезпечує інтеграцію концепту балансу сфер життя навіть під час подолання кризових хвиль.

Практична інструментальна база коучингу набуває своєї дієвості лише за умови її інтеграції у внутрішній психічний простір особистості. Ефективність протидії кризовим деструкторам залежить не від механічного виконання алгоритмів, а від запускання глибинних трансформацій на когніційному, емоційному та поведінковому рівнях [3; 4].

Отже, коучингові методи є ефективним антикризовим підходом, який переорієнтовує самореалізацію особистості з пасивної адаптації на проактивний розвиток і перекодовує кризу як зону акмеологічного поступу. Ефективність цього процесу зумовлена синергією метакогнітивної рефлексії, особистісної резильєнтності та евристичного цілепокладання, що дозволяє відновити внутрішній локус контролю в умовах невизначеності.

Список літератури

1. Зеленін В. В. Коучинг статусу: соціальний ліфт. Навчальний посібник – К.: Вид-во «Люта справа», 2-е вид. 2023. 598 с.

2. Стеценко А. І., Шумбарська І. О. Коучингові технології як засіб профілактики криз професійного становлення особистості. *Габітус*. 2024. Вип. 68. С. 209–213. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5208. 2024.68.35

3. Чернякова О. В., Кущенко І. В., Гришко О. Д. Психологічні техніки позитивного впливу в коучингу: етика, інструменти та ефективність. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права.* 2025. № 6. С. 119-125. DOI: https://doi.org/10.51547/ppp.dp.ua/2025.6.18

4. Романовська Д., Матейчук Н. Коучинг і психологічний тренінг як інструменти актуалізації мотиваційних ресурсів особистості в умовах сучасних суспільних викликів. *Psychology Travelogs*. 2026. №3. С. 245–260. DOI: https://doi.org/10.31891/PT-2026-3-19.

5. Zelenin V. Professional Self-Realisation of Ukrainians in Time of Crisis: Psychological Strategies for Overcoming and Achieving Success. *European Scientific E-Journal*. 2025. Vol. 37.P. 110–116. DOI: https://doi.org/10.47451/soc2025-05-02

6. Hryshchenko M., Zelenin V. Self-realization strategies and their impact on mental health in the context of professional development. *Salud, Ciencia Y Tecnología – Serie De Conferencias*. 2025. № 4. P. 688. DOI: https://doi.org/10.56294/sctconf2025688

РОЛЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСОБИСТОСТІ У ВИБОРІ КОПІНГ-ПОВЕДІНКИ В УМОВАХ КРИЗИ

Лісовенко Анна Федорівна
доцент, кандидат психологічних наук,
доцент кафедри психології,

Сапко Катерина Володимирівна
здобувач 2 курсу магістратури
Національний університет «Одеська юридична академія»
м. Одеса, Україна

Анотація. У наукових тезах здійснено теоретико-методологічний аналіз детермінуючого впливу індивідуально-психологічних властивостей особистості на вибір і реалізацію стратегій копінг-поведінки в умовах кризових ситуацій і тривалого стресу. Розкрито феноменологію психологічного подолання, визначено вплив локусу контролю, рівня резильєнтності, рис "Великої п'ятірки" та самооцінки на процеси когнітивної оцінки й адаптивного реагування. Виокремлено ключові психологічні ресурси, що оптимізують вибір конструктивних копінг-стратегій.

Ключові слова: властивості особистості, копінг-поведінка, кризові умови, стресостійкість, резильєнтність, стратегії подолання, локус контролю, психологічні ресурси.

Вступ. Проблема вивчення механізмів адаптації та психологічного подолання складних життєвих ситуацій набуває особливої гостроти в умовах сучасних глобальних, соціальних та техногенних криз. Трансформація звичного життєвого середовища, вплив екстремальних чинників і хронічний дистрес актуалізують потребу в глибокому розумінні внутрішніх чинників, що визначають поведінкові реакції людини [1].

Центральними детермінантами, які опосередковують сприйняття стресору та вибір відповідних стратегій подолання (копінгу), виступають індивідуально-психологічні властивості особистості [2]. Розуміння того, чому за однакових кризових умов одні люди демонструють деструктивні форми поведінки (уникнення, агресію, безпорадність), тоді як інші обирають конструктивне розв'язання проблем та посттравматичне зростання, є важливим завданням сучасної психологічної науки [3].

У психологічній літературі копінг-поведінка визначається як цілеспрямована поведінка особистості, що базується на використанні певних психологічних засобів (копінг-стратегій) задля подолання або адаптації до вимог ситуації, яка загрожує психологічному благополуччю [1, 4]. Згідно з класичними трансакційними концепціями, процес подолання розгортається через

двоступеневу когнітивну оцінку: первинну (оцінка загрози) та вторинну (оцінка наявних ресурсів) [2].

Вибір конкретних копінг-стратегій (проблемно-орієнтовані, емоційно-орієнтовані або орієнтовані на уникнення) суттєво залежить від диспозиційних характеристик особистості [3, 5]:

- особистості з внутрішнім локусом контролю схильні обирати активні проблемно-орієнтовані стратегії, тоді як екстернали частіше вдаються до пасивного уникнення чи захисних механізмів [4];
- рівень самооцінки та впевненості у власних силах виступають внутрішнім ресурсом, що запускає активну фазу подолання кризових викликів [1, 2];
- толерантність до невизначеності визначає здатність особистості діяти в умовах дефіциту інформації під час криз [5].

Сучасні емпіричні дослідження підтверджують тісний зв'язок між базовими рисами особистості за моделлю «Великої п'ятірки» та домінуючими стилями копінг-поведінки в кризових умовах [3, 4]:

1. Нейротизм є найпотужнішим предиктором дезадаптивних копінг-стратегій. Особи з високим рівнем нейротизму схильні до катастрофізації, емоційного реагування, румінацій та стратегій уникнення, що посилює травматизацію [2, 3].
2. Екстраверсія позитивно корелює з використанням активних соціальних копінгів (пошук соціальної підтримки) та проблемно-орієнтованих стратегій, що забезпечує високу стійкість у міжособистісних кризах [4].
3. Відкритість до досвіду сприяє гнучкому перемиканню між стратегіями та застосуванню когнітивної переоцінки ситуації [1, 5].
4. Доброзичливість та сумлінність виступають захисними чинниками, що знижують ймовірність імпульсивних та деструктивних реакцій, стимулюючи планомірне розв'язання проблем [3, 4].

В умовах затяжних кризових ситуацій традиційних копінг-стратегій часто виявляється недостатньо, що актуалізує вивчення інтегративних особистісних утворень, таких як резильєнтність (психологічна пружність) та самомобілізація [1, 2].

- Резильєнтність функціонує як динамічний процес позитивної адаптації попри наявність тяжких стресорів чи травмівного досвіду. Вона базується на таких властивостях, як оптимізм, внутрішня стійкість, здатність до самоконтролю та гумор [2, 5].
- Психологічна самомобілізація розглядається як вищий рівень особистісної регуляції, що дозволяє концентрувати вольові, когнітивні та емоційні ресурси для подолання критичних етапів життєдіяльності [1]. Особи з високим рівнем самомобілізації здатні трансформувати деструктивну тривогу в енергію цілеспрямованої діяльності [1, 3].

З огляду на вагому роль особистісних властивостей у виборі копінг-поведінки, психологічна допомога в умовах криз має бути спрямована на трансформацію дезадаптивних патернів та розширення репертуару стратегій подолання [4, 5]:

1. когнітивно-поведінкова корекція: робота з деструктивними переконаннями, когнітивними спотвореннями та автоматичними думками, що підсилюють емоційний захист і уникнення [3, 5];

2. тренінги емоційної саморегуляції: навчання навичкам майндфулнес, дихальним технікам та методам зниження рівня фізіологічного збудження у гострих кризових фазах [2, 4];

3. розвиток інтернального локусу контролю та самоефективності: допомога клієнтам у фокусуванні на аспектах ситуації, якими вони можуть керувати, що стимулює перехід від пасивної позиції жертви до активного проблемно-орієнтованого копінгу [1, 4].

Висновки. Властивості особистості відіграють ключову детермінуючу роль у виборі та реалізації стратегій копінг-поведінки в умовах криз. Такі диспозиційні характеристики, як нейротизм, екстраверсія, локус контролю та рівень резильєнтності, визначають специфіку когнітивної оцінки стресорів і спрямовують людину або до конструктивного розв'язання проблем, або до дезадаптивних форм уникнення. Розвиток адаптивних особистісних ресурсів, зокрема психологічної самомобілізації та гнучкості репертуару копінг-стратегій, є фундаментальною умовою забезпечення психологічного благополуччя та успішної адаптації особистості в екстремальних умовах сьогодення.

Список літератури

1. Serdiuk L., & Maksymenko K. (2026). Psychological self-mobilization as a personal resource of socio-psychological adaptation of internally displaced persons in wartime Ukraine. *Psychological Journal*, 12(8), 1–15. https://doi.org/10.31108/1.2026.12.8.1

2. Folkman S. (2020). Stress, coping, and resilience. *The Oxford Handbook of Health Psychology*, 141–162.

3. Connor-Smith J. K., & Flachsbart C. (2007). Relations between personality and coping: A meta-analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93(6), 1080–1107. https://doi.org/10.1037/0022-3514.93.6.1080

4. Ващенко І.В. (2018) Психологічні ресурси особистості в подоланні складних життєвих ситуацій. *Проблеми сучасної психології*. № 40. С. 33–49

5. Carver C. S., & Connor-Smith J. (2010). Personality and coping. *Annual Review of Psychology*, 61, 679–704. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.063008.104035

СОЦІАЛЬНЕ ПОРІВНЯННЯ ТА ЗАЗДРОЩІ У КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Лісовенко Анна Федорівна
доцент, кандидат психологічних наук,
доцент кафедри психології,

Левченко Юлія Миколаївна
здобувач 2 курсу магістратури
Національний університет «Одеська юридична академія»
м. Одеса, Україна

Анотація. У наукових тезах здійснено теоретико-методологічний аналіз психологічних особливостей соціального порівняння, феноменології заздрощів та їхнього впливу на емоційне благополуччя і самооцінку користувачів сучасних соціальних мереж. Розкрито механізми висхідного й низхідного порівняння в цифровому середовищі, визначено деструктивні наслідки ідеалізованого контенту для психічного здоров'я особистості та виокремлено психологічні ресурси резильєнтності й саморегуляції в інтернет-просторі.

Ключові слова: соціальні мережі, соціальне порівняння, заздрощі, емоційне благополуччя, цифрова ідентичність, самооцінка, психологічні ресурси.

Вступ. Стрімкий розвиток інформаційно-комунікативних технологій та інтеграція соціальних мереж у повсякденне життя людини зумовили трансформацію традиційних механізмів міжособистісної взаємодії та процесів соціалізації [1]. Віртуальний простір перетворився на основну арену соціального порівняння, де особистість постійно стикається з ідеалізованими «цифровими портретами» інших людей.

Феномени соціального порівняння та заздрощів у соціальних мережах набувають особливої актуальності через їхній деструктивний вплив на емоційне благополуччя, рівень задоволеності життям та формування самооцінки користувачів [2]. Специфіка взаємодії у віртуальному просторі створює унікальні передумови для посилення дезадаптивних форм соціального порівняння, що вимагає глибокого психологічного аналізу [3].

У теорії соціального порівняння, започаткованій Л. Фестінгером, стверджується, що люди мають природну потребу оцінювати власні думки та здібності через зіставлення з іншими [4]. В контексті сучасних соціальних мереж (Instagram, Facebook, TikTok) цей процес зазнає якісних змін через асинхронність комунікації та домінування вибірково позитивного контенту.

Користувачі зазвичай демонструють у мережах лише свої досягнення, успіхи, привабливу зовнішність та щасливі моменти життя. Це створює спотворену, гіперреалстичну картину соціальної реальності, яка слугує постійним об'єктом для висхідного соціального порівняння (порівняння себе з тими, хто здається

успішнішим чи щасливішим) [2, 5]. На відміну від реального життя, де висхідне порівняння може стимулювати до саморозвитку, у віртуальному середовищі воно найчастіше призводить до хронічного розчарування, зниження самооцінки та почуття власної неповноцінності [1, 3].

Заздрощі у психології розглядаються як складний емоційний стан, що виникає внаслідок реального чи уявного володіння іншою особою благами, статусом чи особистісними перевагами, яких бракує суб'єкту [3, 6]. У цифровому середовищі заздрощі набувають специфічних форм і надзвичайної інтенсивності через феномен «парасоціальної ілюзії успіху» [2].

Виокремлюють дві ключові форми заздрощів:

- доброзичливі (здорові) заздрощі: супроводжуються натхненням та мотивацією до самовдосконалення, спонукаючи користувача до досягнення аналогічних цілей [5, 6];
- зловмисні (руйнівні) заздрощі: супроводжуються почуттям несправедливості, ворожістю, тривогою та бажанням «знищити» або знецінити успіх іншого [2, 3].

Згідно з дослідженнями, саме зловмисні заздрощі є домінуючими у користувачів, які надмірно залучені до споживання контенту соціальних мереж, що безпосередньо корелює з високим рівнем депресивних симптомів та емоційного вигорання [3, 7].

Емпіричні дослідження останніх років підтверджують прямий зв'язок між інтенсивністю використання соціальних мереж і погіршенням психологічного благополуччя особистості [1, 8]. Механізм цього впливу реалізується через каскад негативних емоційних станів:

- ефект "ФОМО" (Fear of Missing Out – страх пропустити щось): постійне спостереження за насиченим життям інших викликає тривогу та відчуття власної ізольованості [4, 8];
- когнітивні румінації – багаторазове обдумування чужих успіхів і власних невдач, що посилює цикл тривоги та депресивних станів [2, 7];
- ерозія самооцінки: тривале перебування у середовищі ідеалізованих образів руйнує автентичне сприйняття власного «Я», формуючи глибоку внутрішню напругу [1, 3, 9, 10].

Особливо вразливою до цих процесів є підліткова та юнацька аудиторія, чия ідентичність перебуває на етапі активного формування [6, 8].

З огляду на негативний вплив соціальних мереж на психічне здоров'я, актуального значення набуває розробка й впровадження психологічних стратегій цифрової гігієни та саморегуляції [3, 5]:

1) розвиток цифрової усвідомленості: навчання користувачів критично оцінювати контент, усвідомлювати власний емоційний стан під час перегляду стрічки новин та розпізнавати тригери соціального порівняння [3, 4, 9, 10];

2) когнітивно-поведінкова реструктуризація: робота з ірраціональними переконаннями («усі живуть краще за мене», «я зобов'язаний відповідати стандартам соцмереж») [5, 7, 10];

3) практики самоспівчуття: зниження внутрішньої самокритики, прийняття власних обмежень та зосередження на власних життєвих цілях замість зовнішніх маркерів успіху [1, 6, 10].

Висновки. Соціальне порівняння та заздрощі у соціальних мережах є потужними деструктивними чинниками, що суттєво впливають на емоційне благополуччя, структуру самооцінки та психічне здоров'я сучасної особистості. Домінування ідеалізованого контенту провокує розвиток висхідного порівняння та зловмисних заздрощів, які виснажують психологічні ресурси користувача. Формування навичок критичного мислення, цифрової гігієни та розвиток резильєнтності є ключовими завданнями сучасної психологічної практики задля забезпечення психологічної безпеки особистості у віртуальному просторі.

Список літератури

1. Twenge J. M., & Campbell W. K. (2019). Media use is linked to lower psychological well-being: Evidence from three datasets. *Psychological Reports*, 122(3), 855–883. https://doi.org/10.1177/0033294118793236

2. Verduyn P., et al. (2020). Passive Facebook usage undermines affective well-being: Experimental and longitudinal evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(2), 298–309. https://doi.org/10.1037/xge0000646

3. Лісовенко А.Ф. Психологічні особливості висхідного соціального порівняння в цифровому середовищі // Особистість та суспільство в цифрову еру: психологічний вимір : матеріали V міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 16 квітня 2025 року) / за заг. ред. проф. Аракеляна М.Р. Одеса : Національний університет «Одеська юридична академія», 2025, С. 14-17. https://hdl.handle.net/11300/30088

4. Festinger L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7(2), 117–140. https://doi.org/10.1177/001872675400700202

5. Кравченко О. В. (2024). Особливості емоційного реагування молоді на контент соціальних мереж. *Наукові записки з психології*, 3, 112–120.

6. Lange J., & Crusius J. (2015). Dispositional envy revisited: Unraveling the motivational dynamics of benign and malicious envy. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 41(2), 284–298. https://doi.org/10.1177/0146167214564959

7. Ковальчук М. П. (2025). Цифрова тривожність та її зв'язок із соціальним порівнянням у віртуальному просторі. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Психологія*, 2(21), 60–67. https://doi.org/10.17721/1728-2659.2025.21.8

8. Chou H. T. G., & Edge N. (2012). “They are happier and having a better life than I am”: The impact of using Facebook on perceptions of others' lives. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(2), 117–121. https://doi.org/10.1089/cyber.2011.0324

9. Lisovenko, A., Kriukova, M., Absalyamova, L., Chukhrii, I., Korchakova, N., & Androsovych, K. (2022). Neuropsychological Fundamentals of Envy. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 13(1), 158-172. https://doi.org/10.18662/brain/13.1/274

10. Лісовенко А.Ф. Підрозділ 2.3. Ідентичність особистості в цифрову еру: когнітивно-поведінкова терапія осіб, котрі мають психологічні проблеми в сфері цифрової ідентичності. Концептуальні засади психологічної науки і практики у контексті людиноцентристського виміру в цифрову еру : колективна моногр. Одеса, 2026. С. 137-169. URL: https://hdl.handle.net/11300/32846; DOI: https://doi.org/10.32837/11300.32846

ЕМОЦІЙНІ СТАНИ ЯК ЧИННИК СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ОСІБ

Лісовенко Анна Федорівна
доцент, кандидат психологічних наук,
доцент кафедри психології

Дзинглюк Маргарита Володимирівна
здобувач 2 курсу магістратури
Національний університет «Одеська юридична академія»
м. Одеса, Україна

Анотація. У тезах здійснено теоретико-методологічний аналіз впливу емоційних станів на процес соціально-психологічної адаптації внутрішньо переміщених осіб (ВПО), які зазнали руйнівного впливу травмівного досвіду внаслідок воєнних дій та вимушеної міграції. Розкрито феноменологію та сутність деструктивних і ресурсних емоційних утворень, визначено специфіку когнітивної переробки травми, деталізовано ролі внутрішньоособистісних психічних регуляторів та виокремлено психологічні механізми оптимізації адаптаційного потенціалу особистості в умовах тривалого стресу.

Ключові слова: емоційні стани, соціально-психологічна адаптація, внутрішньо переміщені особи, травмівний досвід, психологічні ресурси, самомобілізація, резильєнтність, посттравматичний стресовий розлад (ПТСР).

Вступ. Проблема соціально-психологічної адаптації внутрішньо переміщених осіб (ВПО) в умовах сучасного масштабного кризового контексту є одним із найпріоритетніших завдань психологічної науки, клінічної практики та соціальної політики. Вимушене переміщення зумовлене комплексом психотравмувальних чинників: безпосереднім переживанням загрози життю під час активних бойових дій, раптовою втратою домівки, деструкцією звичного соціального оточення та руйнуванням систем життєвого планування [1, 2].

Травмівний досвід спричиняє глибоку дестабілізацію емоційної сфери особистості. Як показують дослідження L. Serdiuk та K. Maksymenko, процес адаптації в екстремальних умовах потребує системної мобілізації всього спектра внутрішніх психологічних ресурсів для подолання хронічного дистресу та пропрацювання втрати [1]. Емоційні стани у цій структурі виступають не лише індикатором поточного рівня психічного здоров'я, а й безпосереднім регулятором поведінкових стратегій, що визначає швидкість, якість та продуктивність інтеграції ВПО в нові соціокультурні громади [1, 3, 5].

У сучасній психологічній науці травмівний досвід розглядається як деструктивний чинник, який порушує цілісність особистісного континууму та

руйнує природні гомеостатичні механізми емоційної саморегуляції. Згідно з дослідженнями A. Di Napoli та співавторів, а також M. Hodes, поширеність симптомів посттравматичного стресового розладу (ПТСР), тривожних і депресивних розладів серед осіб, які пережили вимушену міграцію внаслідок війни, суттєво перевищує популяційні норми [2, 4].

Емоційні стани осіб із травмівним досвідом характеризуються амбівалентністю, високою афективною лабільністю та тенденцією до хронізації [2, 3]. Основними емоційними утвореннями у цій категорії є:

- тотальна тривожність і психофізіологічна гіперреактивність, викликані тривалим перебуванням у стані очікування загрози [2, 4];
- депресивні прояви та апатія, пов'язані з втратою майна, соціального статусу та звичного життєвого світу [2, 3];
- переживання безпорадності, «провини вцілілого» та екзистенційна невизначеність, що блокують цілепокладання [1, 3].

Зазначені афективні стани формують стійкі когнітивно-емоційні патерни, які викривляють сприйняття соціальних сигналів та ускладнюють побудову конструктивної міжособистісної взаємодії [1, 2].

Процес соціально-психологічної адаптації ВПО безпосередньо опосередкований якістю та модальністю емоційного реагування на середовищні виклики. Дослідження В. Пономарьової підкреслюють, що успішність адаптації ВПО у нових територіальних громадах залежить від подолання негативних емоційних бар'єрів та створення умов для ефективної соціальної взаємодії [5].

Деструктивні емоційні стани (апатія, афективна ригідність, гнів) фіксують особистість у стані пасивної віктимності, формуючи феномен вивченої безпорадності [1, 3]. Натомість збереження або відновлення здатності до емоційної саморегуляції є фундаментальною передумовою успішної адаптаційної моделі [1].

У структурі адаптаційного процесу емоційні стани реалізують дві ключові функції:

1) сигнальну функцію – визначення рівня суб'єктивної безпеки або загрози у новому середовищі [2, 4];

2) оціночну функцію – формування ставлення суб'єкта до власних внутрішніх можливостей подолання труднощів [1, 3].

Якщо травмівний досвід залишається неоптимізованим на когнітивно-емоційному рівні, нейтральні соціальні стимули сприймаються через призму загрози, викликаючи реакції уникнення, деструктивну самоізоляцію та глибоку дезадаптацію [2, 4].

З огляду на складність емоційних порушень у ВПО, фокус психотерапевтичної та науково-практичної допомоги має бути спрямований на виявлення і системну актуалізацію внутрішніх та зовнішніх ресурсів резильєнтності (психологічної пружності) [1, 3].

До ключових чинників, що нівелюють деструктивний вплив психотравми на емоційну сферу особистості, належать:

 підтримка соціальних мереж та сімейного контексту. Дослідження V. Abdullayeva доводять, що збереження латентних факторів соціальної та психологічної підтримки є вагомим буфером проти емоційного виснаження й відчуженості [3];

 розвиток навичок усвідомленості та емоційної децентрації, що знижують інтенсивність інтрузивних спогадів та фізіологічних симптомів ПТСР [2, 4];

 психологічна самомобілізація особистості, яку L. Serdiuk та K. Maksymenko виділяють як центральний внутрішній ресурс, що активує компенсаторні механізми психіки, допомагаючи подолати емоційний ступор та перейти до активної життєтворчості [1].

Для забезпечення ефективної соціально-психологічної адаптації ВПО з травмівним досвідом психологічна служба повинна застосовувати мультимодальний підхід, що поєднує когнітивно-поведінкові та ресурсно-орієнтовані інтервенції [1, 5].

Практичні рекомендації для психокорекційної та реабілітаційної роботи:

1. Нормалізація та психопросвіта. Інформування ВПО про те, що їхні емоційні реакції є нормальною відповіддю психіки на ненормальні обставини, що знижує рівень вторинної тривоги [2, 4].

2. Стабілізація та саморегуляція. Навчання технікам заземлення, дихальним вправам та роботі з автоматичними думками для відновлення контролю над афектом [1].

3. Реструктуризація травматичного досвіду. Використання методів когнітивної переробки для інтеграції травмівних спогадів у загальний життєвий контекст без надмірної напруги [1, 3].

4. Соціальна активізація та агентність. Підтримка ініціатив ВПО щодо пошуку роботи, волонтерства та включення в життя нових громад для відновлення відчуття власної цінності [5].

Висновки. Емоційні стани внутрішньо переміщених осіб із травмівним досвідом є фундаментальним чинником, що детермінує успішність їхньої соціально-психологічної адаптації. Деструктивні афективні утворення (дифузна тривожність, депресивні прояви, виснаження) створюють суттєві бар'єри для соціальної інтеграції. Натомість цілеспрямований розвиток емоційної саморегуляції, активізація внутрішньої самомобілізації та підтримка соціального оточення забезпечують перехід особистості від пасивного переживання наслідків психотравми до відновлення адаптаційного потенціалу й повноцінної самореалізації. Перспективи подальших наукових розробок полягають у створенні емпірично верифікованих програм психологічного супроводу ВПО на різних етапах їхньої адаптації.

Список літератури

1. Serdiuk L., & Maksymenko K. (2026). Psychological self-mobilization as a personal resource of socio-psychological adaptation of internally displaced persons in wartime Ukraine. *Psychological Journal*, 12(8), 1–15. https://doi.org/10.31108/1.2026.12.8.1

2. Di Napoli A., et al. (2022). Running away from the war in Ukraine: The impact on mental health of internally displaced persons (IDPs) and refugees in transit in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16439. https://doi.org/10.3390/ijerph192416439

3. Abdullayeva V. (2025). Latent factors of the psychological state of Ukrainian refugees. *Science and Education*, 2, 7–12. https://doi.org/10.24195/2414-4665-2025-2-1

4. Hodes M. (2022). Thinking about young refugees' mental health following the Russian invasion of Ukraine in 2022. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 28(1), 3–14. https://doi.org/10.1177/13591045221125639

5. Пономарьова В. (2023). Соціальна адаптація ВПО у територіальній громаді за новим місцем проживання в умовах воєнного стану. *Humanitas*, 1, 79–85. https://doi.org/10.32782/humanitas/2023.1.11

РОЛЬ ДИТЯЧО-БАТЬКІВСЬКИХ ВЗАЄМИН У ФОРМУВАННІ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ОСОБИСТОСТІ

Лісовенко Анна Федорівна
доцент, кандидат психологічних наук,
доцент кафедри психології,

Кіосе Марина Петрівна
здобувач 2 курсу магістратури
Національний університет «Одеська юридична академія»
м. Одеса, Україна

Анотація. У наукових тезах здійснено теоретико-методологічний аналіз впливу дитячо-батьківських взаємин і стилів сімейного виховання на розвиток структурних компонентів емоційного інтелекту та рівень психологічного благополуччя особистості на різних етапах онтогенезу. Розкрито феноменологію батьківського прийняття, автономії, емоційного сонастроювання та їхній детермінуючий вплив на здатності до емоційної саморегуляції, емпатії, саморозуміння та суб'єктивного благополуччя особистості. Виокремлено опосередковуючі механізми адаптації й ресурси резильєнтності в інтерпретації міжособистісних стосунків у родині.

Ключові слова: дитячо-батьківські взаємини, емоційний інтелект, психологічне благополуччя, стилі виховання, емоційна саморегуляція, тип прив'язаності, емпатія, суб'єктивне благополуччя.

Вступ. Дослідження феномену психологічного благополуччя особистості та чинників його досягнення належить до ключових напрямів сучасної психологічної науки. У контексті глобальних соціально-економічних і психотраматичних викликів особливої ваги набуває вивчення внутрішніх та інтерперсональних ресурсів особистісної стійкості [1]. Фундаментальним чинником, який закладає базис адаптаційного потенціалу людини від раннього онтогенезу та супроводжує її протягом усього життя, є система дитячо-батьківських взаємин [2].

Первинний досвід взаємодії з батьківськими фігурами формує не лише базисні когнітивні схеми сприйняття світу та себе в ньому, а й виступає підґрунтям для розвитку емоційного інтелекту (EI) – здатності розпізнавати, розуміти, диференціювати та ефективно керувати власними й чужими емоціями [3]. Емоційний інтелект, у свою чергу, є ключовим предиктором, медіатором та модератором психологічного благополуччя особистості, забезпечуючи гнучкість

саморегуляції, стресостійкість, конструктивність соціальної взаємодії та задоволеність життям [1, 4].

Система взаємин між батьками та дитиною розглядається у психології як первинне соціальне середовище, у якому відбувається соціалізація емоцій та формування типів прив'язаності [2, 5]. Характер емоційного зв'язку між батьками й дитиною (від повного прийняття та підтримки до відторгнення й холодного контролю) детермінує специфіку функціонування її емоційної сфери [1, 6, 7].

Серед ключових параметрів дитячо-батьківських взаємин, що впливають на емоційний розвиток, виокремлюють:

- емоційне прийняття та чутливість: виражається у здатності батьків адекватно реагувати на емоційні сигнали дитини, валідувати її переживання та надавати безпечний емоційний базис [1, 2];
- стиль виховання: авторитарний, авторитетний (демократичний), ліберальний та індиферентний (гіпоопіка) рівні батьківського контролю та теплоти, що безпосередньо впливають на самооцінку й рівень тривожності дитини [4, 6];
- рівень батьківського емоційного коучингу: практика, за якої батьки допомагають дитині вербалізувати почуття, диференціювати складні афективні стани та шукати адаптивні способи вираження емоцій [3].

Формування надійного типу прив'язаності забезпечує зниження базальної тривожності особистості та створює сприятливі умови для розвитку внутрішніх структур емоційного інтелекту [1, 5, 7].

Емоційний інтелект розглядається як багатокомпонентний конструкт, що охоплює внутрішньоособистісний (розпізнавання та керування власними емоціями) та міжособистісний (емпатія, управління стосунками) блоки [3, 4]. Дитячо-батьківські взаємини забезпечують поступовий перехід від зовнішньої со-регуляції емоцій (за участі дорослого) до автономної саморегуляції особистості [2, 6].

Вплив сімейного контексту на окремі структурні елементи ЕІ виявляється в наступному:

1. Самоусвідомлення та розуміння власних емоцій, що формуються через вербалізацію емоцій батьками («ти зараз засмучений», «це тебе розгнівало»). Відсутність такої рефлексії з боку батьків призводить до розвитку алекситимічних рис у дорослому віці [2, 3].

2. Емоційна саморегуляція: авторитетний стиль виховання з високою підтримкою та зрозумілими межами сприяє формуванню гнучких когнітивно-поведінкових стратегій подолання дистресу. Натомість надмірний контроль або емоційна вибуховість батьків формують дезадаптивні стратегії (пригнічення емоцій, катастрофізація, румінація) [4, 6].

3. Емпатія та соціальна компетентність розкриваються через спостереження за моделями емоційної взаємодії між батьками, а також за їхнім ставленням до почуттів самої дитини [3, 5].

Психологічне благополуччя є складним інтегративним утворенням, що включає позитивне самоставлення, наявність осмислених цілей у житті,

автономію, компетентність у середовищі, особистісне зростання та позитивні відносини з іншими [1, 5].

Численні емпіричні дослідження доводять, що зв'язок між сприйнятими стилями виховання в дитинстві та рівнем психологічного благополуччя особистості в дорослому віці не є прямолінійним, а значною мірою опосередковується емоційним інтелектом [4, 6].

Екстраполяція цього механізму демонструє:

- позитивну траєкторію: сприйняття батьківського піклування та емоційної підтримки сприяє високому рівню EI, що надалі дозволяє особистості будувати глибокі довірчі стосунки з оточенням, зберігати стійку самооцінку та ефективно долати життєві кризи, досягаючи високого показника благополуччя [1, 4, 5, 7].
- деструктивну траєкторію: дисфункціональні взаємини (авторитарний тиск, емоційне відторгнення, гіперконтроль) знижують емоційну компетентність, підвищують схильність до депресивних та тривожних станів, що призводить до низького рівня психологічного благополуччя [4, 6, 7].

Для оптимізації сімейного середовища та підвищення рівня психологічного благополуччя особистості на різних вікових етапах психологічна служба має реалізовувати такі науково обґрунтовані інтервенції [2, 3]:

1. Психопросвіта та емоційний коучинг для батьків з метою підвищення батьківської компетентності щодо важливості валідації емоцій дитини, відмови від суворих каральних заходів за вираження «негативних» афектів та впровадження технік конструктивного діалогу [2, 3].
2. Розвиток емоційної саморегуляції у дітей та підлітків шляхом проведення тренінгів із розвитку емоційного інтелекту, формування навичок майндфулнес та когнітивної переоцінки [3, 4].
3. Сімейна психотерапія та корекція прив'язаності: робота з відновленням довіри, гармонізацією балансу «автономія – підтримка» та трансформуванням деструктивних виховних паттернів у родині [1, 5, 7].

Висновки. Дитячо-батьківські взаємини виступають первинним і найбільш визначальним соціокультурним контекстом, у якому закладаються основи емоційного інтелекту особистості. Здатність до емоційного самоспостереження, гнучкої саморегуляції та емпатії, сформована під впливом батьківської підтримки, слугує базовим внутрішнім ресурсом, що гарантує високий рівень психологічного благополуччя та резильєнтності протягом усього життя. Деструктивні типи сімейного виховання стримують розвиток афективно-когнітивної сфери особистості, зумовлюючи уразливість до психологічного дистресу. Перспективи подальших розробок полягають у створенні лонгітюдних та мультидисциплінарних програм підтримки сімей, спрямованих на плекання емоційно здорового покоління.

Список літератури

1. Serdiuk L., & Maksymenko K. (2026). Psychological self-mobilization as a personal resource of socio-psychological adaptation of internally displaced persons in

wartime Ukraine. *Psychological Journal*, 12(8), 1–15. https://doi.org/10.31108/1.2026.12.8.1

2. Коханова О. (2025). Дитячо-батьківські стосунки як умова психологічної безпеки дитини. *Наукові записки з психології*, 2, 45–52. https://doi.org/10.32782/cusu-psy-2025-2-13

3. Конотопова А. Ю., Зобенько Н. А. Вплив сім'ї на емоційну сферу дитини молодшого шкільного віку. Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка–2019»/XXI Всеукраїнська наукова конференція молодих учених. 2019. С. 295-296.

4. Malik S., & Khan R. (2022). Parenting Styles and Psychological Well-Being: The Role of Emotional Intelligence. *Journal of Professional & Applied Psychology*, 3(3), 330–342. https://doi.org/10.52053/jpap.v3i3.119

5. Staff J., et al. (2016). Parent–child relationships and offspring's positive mental wellbeing in adulthood: a 60-year longitudinal study. *BMC Public Health*, 16, Article 263. https://doi.org/10.1186/s12889-016-2937-2

6. Sahithya B. R., Manohari S. M., & Vijaya R. (2019). Parenting styles and its impact on children – a cross cultural review with a focus on India. *Mental Health, Religion & Culture*, 22(4), 357–383. https://doi.org/10.1080/13674676.2019.1594178

7. Лісовенко А. Ф., Оруджова Ю. В. (2025) Типи прихильності та психологічний добробут особистості. *Сучасна психологія: виклики та перспективи* : збірник матеріалів Всеукраїнської наук.-практ. конф. присвяч. Всесвітньому дню психічного здоров'я (м. Одеса, 10 жовт. 2025 р.) / за заг. ред. М. Р. Аракеляна. Одеса, 2025. С. 97-100. DOI: 10.32837/11300.30952 URI https://hdl.handle.net/11300/30952

ОРГАНІЗАЦІЙНІ УМОВИ ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ КЕРІВНИКІВ НАДАВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ ПОСЛУГ: СОЦІОЛОГІЧНИЙ ВИМІР

Пономаренко Владислав Євгенович
аспірант кафедри соціальної педагогіки та соціальної роботи
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Професійне зростання керівника надавача соціальних послуг не можна пояснити лише особистою мотивацією, досвідом або кількістю пройдених курсів. Керівник діє в системі посадових очікувань, розподілу повноважень, професійних норм та відносин із командою й отримувачами послуг. Тому однакова освітня програма може мати різне продовження в практиці. В одному організаційному середовищі нові підходи обговорюють і випробовують, в іншому для цього немає часу або підтримки. Соціологічна проблема полягає у визначенні того, як організаційні правила та взаємодія учасників перетворюють індивідуальне навчання на стійку зміну управлінської практики.

Метою тез є обґрунтування організаційних умов професійного зростання керівників надавачів соціальних послуг та визначення напрямів їх подальшого соціологічного дослідження. Використано понятєвий аналіз, порівняння й теоретичний синтез цільово добраних публікацій із соціології професій, навчання на робочому місці та розвитку компетентностей у соціальних службах. Робота не містить власних емпіричних результатів. Запропоновані зв’язки є аналітичними положеннями для наступної перевірки, а не доведеними закономірностями діяльності українських організацій.

Теоретичною опорою є розмежування професійного та організаційного способів регулювання професійної діяльності у праці J. Evetts [1]. У межах цього аналізу це дає змогу побачити напругу між колегіальним обґрунтуванням рішень і вимогою виконувати формальні показники. Для керівника соціальної організації важливо не протиставляти звітність професійній автономії, а узгоджувати їх. Якщо розвиток оцінюється лише за кількістю сертифікатів, навчання ризикує стати адміністративною процедурою. Якщо професійне судження не потребує пояснення та перевірки, автономія може закріплювати неефективні звички.

Під професійним зростанням у цих тезах розуміється розширення здатності керівника обґрунтовувати рішення, координувати спільну роботу, переглядати власні способи дії та узгоджувати управлінські завдання з потребами отримувачів послуг. Це робоче визначення не ототожнює зростання з посадовим підвищенням. Організаційні умови визначено як формальні правила, доступні ресурси та стійкі практики взаємодії, що відкривають або обмежують можливості навчання і застосування нового досвіду. Отже, предмет аналізу охоплює не лише якості керівника, а й зв’язок між професійною дією та середовищем її виконання.

Важливим є підхід S. Billett, у якому навчання через роботу розглядається через взаємодію можливостей робочого середовища та індивідуальної участі [2]. Звідси випливає принципове для цього дослідження положення: доступність курсу ще не означає доступності професійного розвитку. Керівнику потрібні можливість обговорити складну ситуацію, отримати підтримку, перевірити інший спосіб дії та повернутися до аналізу результату. Водночас сприятливе середовище не скасовує особистої відповідальності за участь у навчанні. Цей підхід не дозволяє звести пояснення ні до індивідуальної мотивації, ні до самих ресурсів організації.

Першою умовою визначено включення навчання до організації роботи. Йдеться про узгоджений час для аналізу практики, реалістичний розподіл завдань та доступ до професійної підтримки. M. Eraut показує значення неформального навчання, взаємодії з іншими та умов використання знань у робочому середовищі [3]. Для керівника це означає, що навчання не завершується отриманням інформації. Нові знання потрібно співвіднести з конкретною ситуацією, повноваженнями та доступними ресурсами. Без цього навіть змістовно якісна програма може не привести до перегляду повсякденних дій.

Другою умовою є якість професійної взаємодії. У дослідженні A. Edmondson встановлено зв’язок між психологічною безпекою команди та поведінкою, спрямованою на навчання [4]. Оскільки дослідження проводилося у виробничому середовищі, його висновки не слід автоматично переносити на надавачів соціальних послуг. Проте воно дає теоретичну підставу досліджувати, чи можуть учасники відкрито ставити запитання, повідомляти про труднощі та обговорювати альтернативи без приниження. У соціологічному аналізі важливі не лише особисті відчуття, а й правила обговорення, реакції на критику та розподіл права голосу.

Керівник у цій взаємодії посідає подвійну позицію. З одного боку, керівник організовує зворотний зв’язок і визначає допустимі способи обговорення. З іншого боку, посадова влада може обмежувати відвертість відповідей команди. Тому просте запрошення висловити думку не є достатнім. Доцільно узгоджувати мету збору відповідей, межі конфіденційності та спосіб використання результатів. Критика управлінського рішення має відокремлюватися від оцінки лояльності працівника. Для самого керівника потрібні й форми обговорення поза безпосередньою службовою залежністю, наприклад колегіальні зустрічі з іншими керівниками.

Третьою умовою є зв’язок розвитку з управлінням персоналом та цілями організації. У дослідженні G. Ježková Petrů та K. Zychová розширення компетентностей у соціальних службах пов’язане з безперервною освітою, оцінюванням розвитку персоналу та визначенням компетентностей для посади [5]. Дослідження охоплює керівників і працівників соціальних служб, однак не доводить причинного впливу навчання на ефективність управлінської діяльності. Для цього аналізу вона важлива як підстава пов’язувати професійний розвиток із конкретними завданнями, а не із загальним переліком бажаних

навичок. План розвитку має містити не лише тему навчання, а й умови застосування нового підходу.

Четвертою умовою визначено прозорість доступу до професійних можливостей. Навіть за однакових формальних прав керівники різних організацій можуть мати неоднаковий доступ до часу, фінансування, колегіальних мереж і професійного супроводу. Це положення потребує емпіричної перевірки, а не припущення про вже встановлену нерівність. Дослідницький інтерес становить те, за якими критеріями розподіляються можливості, хто ухвалює рішення про участь і чи перетворюється особиста неформальна мережа на єдине джерело підтримки. Так аналіз професійного зростання пов'язується із соціологічною проблемою доступу до ресурсів.

П'ятою умовою є закріплення нового досвіду в спільних практиках. Індивідуальне професійне надбання керівника ще не означає організаційного навчання. У межах запропонованої логіки важливо, щоб обґрунтований підхід був обговорений, випробуваний та за потреби включений до робочих домовленостей. Водночас формалізація не повинна означати автоматичне поширення будь-якого нового методу. Необхідно перевірити його відповідність завданням надання послуг, доступним ресурсам та професійним цінностям. Організаційне закріплення є доцільним лише тоді, коли збережена можливість перегляду домовленостей на основі нового досвіду.

Взаємодію цих умов можна пояснити на аналітичному прикладі. Керівник опановує новий спосіб координації команди. Якщо підсумком стає лише сертифікат, свідчень про зміну практики немає. Якщо передбачено час для обговорення, узгоджено розподіл повноважень та отримано зворотний зв'язок, з'являється можливість перевірити новий підхід. Про застосування можуть свідчити змінені домовленості, чіткіше визначення відповідальних та обґрунтування рішень. Цей приклад не є описом проведеного дослідження і не доводить покращення послуг. Він показує, чому між навчанням і організаційним результатом потрібно досліджувати проміжні ланки.

Для подальшого соціологічного дослідження запропоновано розрізняти індивідуальний, взаємодійний та організаційний рівні аналізу. На першому рівні важливі професійні наміри, рефлексія та застосування нового досвіду. На другому слід досліджувати доступ до зворотного зв'язку, участь у колегіальних обговореннях і можливість висловлювати незгоду. На третьому потрібно аналізувати правила розподілу часу й ресурсів, планування розвитку та закріплення нових практик. Ця схема не є валідованою шкалою. Вона визначає напрями збору даних і допомагає не змішувати індивідуальні труднощі з організаційними обмеженнями.

Доцільним наступним кроком є якісне дослідження з цільовим добором керівників організацій різного типу, розміру та ресурсного забезпечення. Інтерв'ю слід будувати навколо конкретних епізодів: що керівник намагався змінити після навчання, хто підтримав або обмежив застосування та які домовленості було переглянуто. Розповіді керівників доцільно зіставляти з документами про розвиток персоналу та добровільним зворотним зв'язком

працівників. Участь має бути інформованою й добровільною; оприлюднення результатів не повинно розкривати персональні дані отримувачів послуг або дозволяти ідентифікувати учасників за унікальними описами ситуацій.

При інтерпретації даних потрібно розмежувати засвоєння знань, зміну управлінських дій та наслідки для організації послуг. Зростання кількості навчальних заходів не доводить зростання професійної спроможності. Так само позитивні зміни в роботі організації не можна автоматично приписувати навчанню керівника. Вони можуть бути пов'язані зі зміною складу команди, фінансування або обсягу завдань. Тому перевірка запропонованих положень потребує аналізу послідовності подій, альтернативних пояснень та випадків, у яких очікувана зміна не відбулась.

Отже, професійне зростання керівників надавачів соціальних послуг доцільно розглядати як соціально зумовлений процес, що поєднує індивідуальну активність із правилами, ресурсами та взаємодією в організації. Теоретичний внесок роботи полягає в обґрунтуванні проміжних ланок між навчанням і зміною практики: доступу до підтримки, обговорення професійних рішень, можливості випробування та закріплення нового досвіду. Така логіка дозволяє пояснювати обмеження розвитку не лише недостатньою мотивацією керівника, а й умовами діяльності.

Практичне значення запропонованого підходу полягає в переорієнтації підтримки керівників із переліку курсів на організацію можливостей для професійної дії. Пріоритетними є узгоджений час для рефлексії, доступна колегіальна підтримка, прозорі критерії участі в навчанні та перегляд робочих домовленостей за його результатами. Висновки мають теоретичний характер і не встановлюють універсальної послідовності змін. Їх подальша перевірка має уточнити, які поєднання організаційних умов сприяють застосуванню нового досвіду, а які лише створюють формальні ознаки професійного розвитку.

Список літератури

1. Evetts J. New professionalism and new public management: Changes, continuities and consequences. *Comparative Sociology*. 2009. Vol. 8, no. 2. P. 247-266. DOI: https://doi.org/10.1163/156913309X421655

2. Billett S. Learning through work: Workplace affordances and individual engagement. *Journal of Workplace Learning*. 2001. Vol. 13, no. 5. P. 209-214. DOI: https://doi.org/10.1108/EUM0000000005548

3. Eraut M. Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*. 2004. Vol. 26, no. 2. P. 247-273. DOI: https://doi.org/10.1080/158037042000225245

4. Edmondson A. Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*. 1999. Vol. 44, no. 2. P. 350-383. DOI: https://doi.org/10.2307/2666999

5. Ježková Petrů G., Zychová K. Competence development as a means of HR management in the field of social work. *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. Article 1212131. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1212131

ДЕКЛАРАТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТЯМИ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ МІКРОФРОНТЕНД-СИСТЕМ

Кліменко Ярослав Костянтинович
здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
Харківський національний університет радіоелектроніки

Сучасні вебсистеми дедалі частіше розробляються кількома незалежними командами, а їх клієнтська частина будується за мікрофронтенд-архітектурою – архітектурним стилем, за якого монолітний інтерфейс декомпозується на автономні застосунки, що розробляються та розгортаються незалежно, а об’єднуються в єдиний продукт застосунком-оболонкою в режимі виконання [1]. Такий підхід підвищує автономність команд і швидкість випуску змін, однак переносить властивості розподіленої системи на клієнтський рівень: композиція інтерфейсу стає мережевою операцією, а кожен віддалений модуль – потенційною точкою відмови. Водночас підходи до забезпечення відмовостійкості традиційно розвивалися для серверного та мережевого рівнів, де резервування та маршрутизацію планують на основі кількісних критеріїв доступності [2].

Недоступність, помилка завантаження або несумісна версія одного модуля здатні порушити роботу всієї оболонки, а неузгодженість спільних залежностей призводить або до їх дублювання, або до жорсткої зв’язності версій, що нівелює автономність команд. Своєчасне виявлення таких відмов потребує аналізу динамічних даних моніторингу, для чого доцільно застосовувати гібридні інтелектуальні системи [3]. Систематичне картування технологій розроблення мікрофронтендів [4] показує, що питання надійності клієнтської композиції залишаються майже недослідженими, тоді як патерни відмовостійкості – Timeout, Retry, Circuit Breaker, Bulkhead, Fallback – докладно опрацьовано лише для серверного рівня [5, 6].

Метою дослідження є підвищення доступності та передбачуваності розподілених вебсистем шляхом поєднання патернів ізоляції відмов із декларативним описом залежностей у маніфестах мікрофронтендів.

Подамо вебсистему у вигляді кортежу $S = \langle H, M, D, R \rangle$, де H – застосунок-оболонка; $M = \{m_1, \dots, m_n\}$ – множина мікрофронтендів; D – множина спільних залежностей; R – відношення маршрутизації. Кожен мікрофронтенд описується четвіркою $m_i = \langle v_i, D_i, p_i, f_i \rangle$, де v_i – версія модуля; $D_i \subseteq D$ – оголошені залежності; p_i – ймовірність безвідмовного завантаження; f_i – резервне подання. За відсутності ізоляції збоїв відмова будь-якого модуля руйнує композицію, тому працездатність системи описується послідовною схемою

$$P_{\text{посл}} = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n. \quad (1)$$

Значення виразу (1) експоненційно спадає зі зростанням кількості модулів: за $p_i = 0{,}95$ і $n = 10$ воно становить лише 0,60. Уведення ізоляції збоїв і резервних подань перетворює повну відмову на часткову деградацію, яку запропоновано оцінювати показником функціональної доступності

$$A = \sum_{i=1}^{n} w_i(p_i + (1 - p_i)\gamma_i), \quad (2)$$

де w_i – вага модуля як частка функціональності системи ($\Sigma w_i = 1$); $\gamma_i \in [0, 1]$ – коефіцієнт повноти резервного подання.

Вираз (2) є адитивним, тому показник A не залежить від кількості модулів. Так, для п’яти модулів за $p_i = 0{,}95$ і $\gamma_i = 0{,}5$ він дорівнює 0,975, тоді як ймовірність працездатності жорсткої композиції за тих самих умов становить 0,774.

Для усунення конфліктів версій запропоновано метод декларативного розв’язання залежностей. Кожен мікрофронтенд оголошує в маніфесті діапазон допустимих версій $[l_{ij}, u_{ij}]$ для кожної спільної залежності d_j, а спільна версія обирається як найновіша, сумісна з обмеженнями всіх модулів-споживачів:

$$v_j^* = \max\{v \in V_j : l_{ij} \le v \le u_{ij} \text{ для всіх } m_i, \text{ у яких } d_j \in D_i\}, \quad (3)$$

де V_j – множина доступних версій залежності d_j.

Якщо перетин діапазонів порожній, конфліктна залежність ізолюється для модуля, що порушує сумісність. Це збільшує обсяг завантажуваного коду, але зберігає працездатність композиції та не потребує примусового оновлення модулів інших команд. Розв’язання виконується на етапі збирання, а результат фіксується у вигляді незмінного опису розгортання, тому в браузері користувача узгодження версій не виконується.

Для перевірки моделі та методу розроблено програмну модель вебсистеми на базі Webpack 5 Module Federation [7], що складається з host-оболонки та п’яти мікрофронтендів («Каталог», «Кошик», «Авторизація», «Профіль», «Оплата»), розгорнутих в окремих контейнерах кластера Kubernetes. Відмовостійкість забезпечено межами обробки помилок (error boundary), резервними поданнями та запобіжником (circuit breaker). Інжекцію відмов – недоступність точки входу модуля, затримку відповіді 5 с, повернення коду 500 і публікацію модуля з несумісною версією спільної залежності – виконано засобами Chaos Mesh, а показники відмовостійкості обрано відповідно до практик інженерії надійності [8].

Досліджено три конфігурації: A – імперативне завантаження модулів без маніфесту та резервних подань; B – декларативний маніфест із резервними поданнями; C – маніфест, доповнений запобіжником і повторними спробами з експоненційною затримкою. Тривалість одного прогону становила 30 хв, навантажувальне тестування виконано утилітою k6 за профілем 200 віртуальних користувачів. Результати, усереднені за 20 прогонами, наведено в табл. 1.

Таблиця 1.
Результати тестування конфігурацій керування залежностями

Показник	Конфігурація A	Конфігурація B	Конфігурація C
1	2	3	4
Доступність host-оболонки за відмови критичного модуля, %	41,2	96,5	99,2
Середній час до інтерактивності (TTI), с	4,8	3,1	2,7
Середній час відновлення (MTTR), с	96	28	11
Частка помилкових запитів за 200 VU, %	7,3	2,4	0,9
Конфлікти версій спільних залежностей, шт.	12	3	0

Як видно з **табл. 1**, перехід до декларативного керування залежностями підвищує доступність оболонки за відмови критичного модуля з 41,2 % до 96,5 %, а додавання запобіжника – до 99,2 %. Середній час відновлення скорочується у 8,7 раза, частка помилкових запитів під навантаженням – у 8,1 раза, а конфлікти версій спільних залежностей усуваються повністю. Виграш у часі до інтерактивності є помірнішим через накладні витрати на перевірку маніфесту та узгодження версій – близько 120–180 мс на кожне динамічне завантаження. Отримані співвідношення узгоджуються з розрахунковими оцінками моделі: жорстка композиція поводиться відповідно до мультиплікативного виразу (1), а композиція з ізоляцією збоїв – відповідно до адитивного показника (2). Структурну схему запропонованої системи наведено на рис. 1.

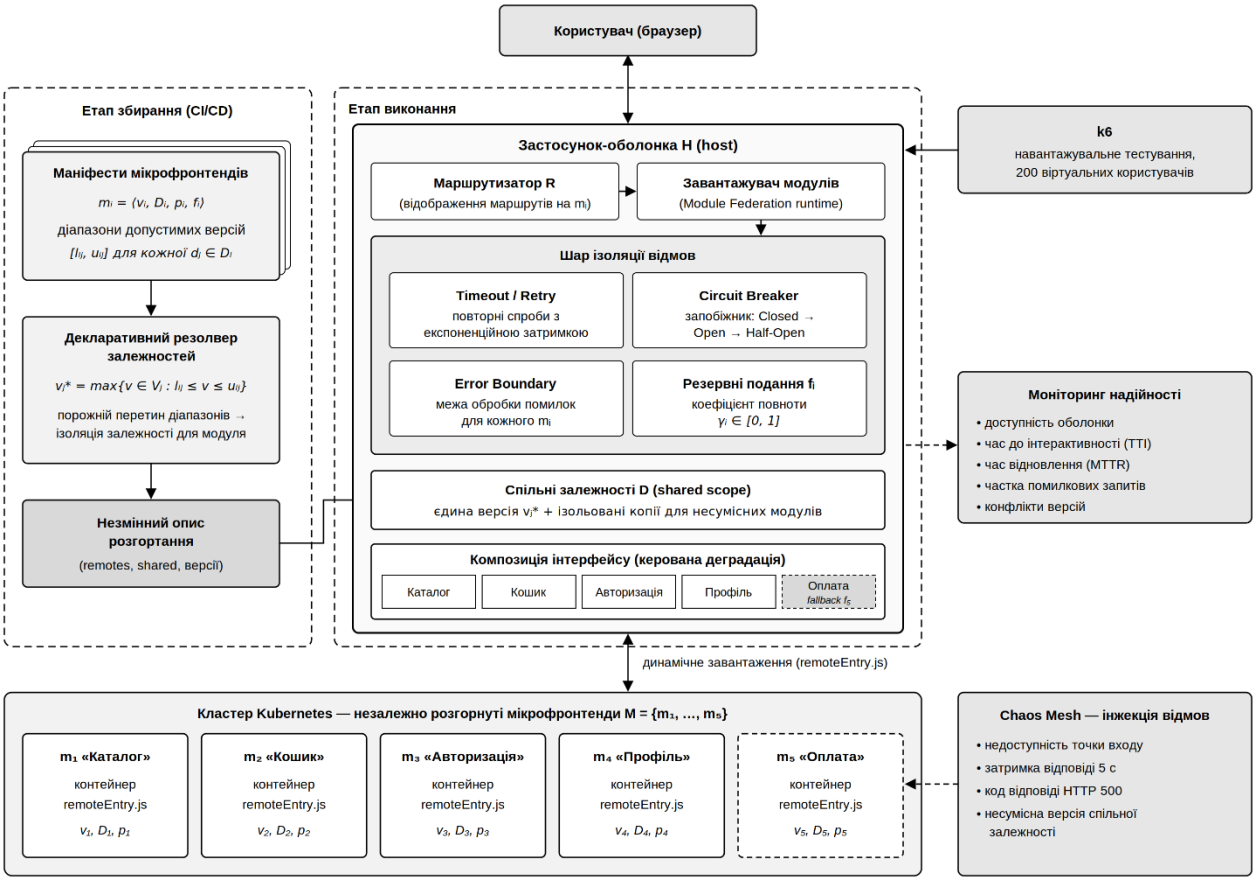


Рисунок 1. Структурна схема відмовостійкої мікрофронтенд-системи з декларативним керуванням залежностями

Джерело рисунка: розробка автора.

Таким чином, запропоновано модель композиції мікрофронтендів з адитивним показником функціональної доступності та метод декларативного розв'язання залежностей, які дають змогу перейти від повної відмови застосунку до керованої деградації його функціональності. Експериментально підтверджено, що поєднання декларативного маніфесту з ізоляцією відмов, резервними поданнями та запобіжником забезпечує доступність оболонки на рівні 99,2 % за відмови критичного модуля, скорочує середній час відновлення з 96 до 11 с і повністю усуває конфлікти версій спільних залежностей.

Перспективою подальших досліджень є врахування залежних відмов мережі доставки контенту, динамічної зміни складу мікрофронтендів під час експлуатації та автоматизоване виявлення конфліктів версій для систем із великою кількістю модулів.

Список літератури

1. Peltonen, S., Mezzalira, L., & Taibi, D. (2021). Motivations, benefits, and issues for adopting Micro-Frontends: A Multivocal Literature Review. Information and Software Technology, 136, 106571.

2. Лемешко, О.В., Єременко, О.С., Євдокименко, М.О., Шаповалова, А.С., & Слейман, Б. (2022). Моделювання та оптимізація процесів безпечної та відмовостійкої маршрутизації в телекомунікаційних мережах: монографія. Харків: ХНУРЕ, 198 с.

3. Tvoroshenko, I., & Gorokhovatskyi, V. (2022). The Application of Hybrid Intelligence Systems for Dynamic Data Analysis. International Journal of Engineering and Information Systems, 6(2), 40–48.

4. Marco, V., & Farias, K. (2024). Exploring the Technologies and Architectures Used to Develop Micro-frontend Applications: a Systematic Mapping and Emerging Perspectives. SSRN Electronic Journal.

5. Nygard, M. (2018). Release It! Design and Deploy Production-Ready Software (2nd ed.). Raleigh: The Pragmatic Bookshelf, 376 p.

6. Mendonça, N.C., Aderaldo, C.M., Cámara, J., & Garlan, D. (2020). Model-Based Analysis of Microservice Resiliency Patterns. In Proceedings of the IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA 2020), pp. 114–124.

7. Module Federation. Webpack Documentation. URL: https://webpack.js.org/concepts/module-federation/ (дата звернення 14.10.2026).

8. Beyer, B., Jones, C., Petoff, J., & Murphy, N.R. (2016). Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems. Sebastopol: O'Reilly Media, 552 p.

ECONOMIC LEVERS FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTH AND RECREATIONAL TOURISM IN UKRAINE

Buntova Nataliia,
Ph.D., Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Hotel and Restaurant Business and Tourism
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Meten'kanych Tamila,
undergraduate student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Siden Daryna,
undergraduate student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Health and recreational tourism encompasses travel to and stays in locations where natural conditions and infrastructure facilitate relaxation, the restoration of physical and mental capacity, disease prevention, and an overall improvement in well-being. Its components may include stays at health resorts (sanatoriums), balneological treatments, climatotherapy, seaside vacations, mountain recreation, spa services, wellness programs, active leisure, and other forms of recreational activity.

Ukraine possesses a diverse natural-recreational potential, which creates the prerequisites for the development of various types of leisure [1]. The Carpathian mountain regions offer favorable conditions for both active and health-oriented recreation. Forests, mountain rivers, mineral water springs, varied terrain, and a pristine natural environment contribute to this significant potential.

The coastline has traditionally been used for beach vacations and climatotherapy. The Black Sea and Sea of Azov coasts have historically served as key recreational areas in Ukraine.

Mineral waters represent an important resource. They come in various types and can be utilized within the framework of specialized recreational and health-resort programs.

Another natural resource is therapeutic mud. Its utilization has laid the groundwork for the development of various resorts and health-oriented facilities.

Consequently, Ukraine possesses the potential to create a diverse range of health and wellness offerings, drawing upon a combination of natural resources found in different regions.

Sanatorium and resort tourism represents a traditional form of recreational activity in Ukraine. It is characterized by the integrated use of natural therapeutic resources alongside specialized infrastructure.

A distinct, modern segment is SPA and wellness tourism. Its growth is driven by increasing demand for leisure experiences focused on improving overall well-being,

relaxation, and rejuvenation. Wellness offerings may encompass SPA treatments, swimming pools, saunas, massage services, relaxation programs, physical activities, and more.

A key feature of wellness tourism is that it is not limited to traditional resort areas; such services can also be provided by modern hotels, countryside retreats, tourist centers, and various recreational establishments.

Combining wellness with a natural setting enhances a destination's appeal to tourists. A hotel located in the mountains or a forest can offer not just accommodation, but a comprehensive leisure program.

Developing this sector helps mitigate the seasonality of tourism. While beach vacations are highly weather-dependent, wellness services can remain in demand year-round.

The development of active recreation also helps promote a healthy lifestyle and fosters a culture of active leisure. This encompasses activities such as hiking, cycling, swimming, sports, mountain excursions, and other forms of physical activity.

Despite its significant resource potential, Ukraine faces several challenges in the development of health and recreational tourism. One such issue is the physical condition of some tourism infrastructure; certain facilities require modernization, repairs, and technological upgrades.

Another challenge is the uneven development across regions. While some tourism hubs boast well-developed infrastructure, others possess natural resources but lack sufficient tourism services.

The third issue is seasonality. Certain recreational areas experience significant tourist demand only during specific times of the year.

The fourth issue is insufficient promotional activity. Tourists need to be able to easily find information regarding available services, prices, routes, transportation, and tourist attractions.

The fifth issue is competition from international resorts. Ukrainian tourism businesses must take into account international service standards and the expectations of modern-day tourists.

Safety is a particularly critical factor. Wartime conditions significantly impact the geography of tourist flows and the operational capacity of tourism infrastructure. Developing tourism under current circumstances requires adherence to relevant safety requirements and official restrictions.

Health and recreational tourism can generate a substantial economic impact for a region. Recreational facilities drive demand for accommodation, dining, transportation, retail, excursions, and other services.

An entire ecosystem of small and medium-sized businesses often forms around a popular resort. This includes restaurants, shops, transport companies, travel agencies, tour operators, sports centers, and various other enterprises.

The development of recreational infrastructure can create new jobs and boost economic activity.

The local impact is particularly significant. When tourists spend money within a community, it supports local businesses and generates additional demand for local goods and services.

Tourism development can also help attract investment into hotel, transport, and recreational infrastructure.

The future of health and recreational tourism in Ukraine lies in the modernization of tourism infrastructure and the creation of new types of vacation experiences. One key focus area is the revitalization of sanatorium and resort complexes. Modern facilities should combine the use of traditional natural resources with a contemporary standard of service.

Another focus area is the development of wellness tourism. Growing demand for programs centered on leisure, relaxation, and overall rejuvenation can create new opportunities for tourism-related businesses.

The third area of focus is the development of active recreation. Hiking, cycling, and nature trails can be utilized for a significant portion of the year.

The fourth area involves combining recreation with cultural tourism. Tourists can enjoy leisure activities while simultaneously visiting museums, historical landmarks, and cultural events.

The fifth area is the development of regional tourism clusters. Integrating hotels, sanatoriums, restaurants, transport companies, and tour operators will enable the creation of comprehensive tourism products.

It is essential that the development of the recreational sector be approached in a holistic manner. Natural resources must be used rationally, tourism infrastructure should be developed in line with the needs of both the local population and tourists, and the quality of services must be continuously improved.

Consequently, health and recreational tourism could become a promising avenue for the development of Ukraine's tourism industry. Its potential lies in the synergy between natural resources, recreational opportunities, modern technologies, and entrepreneurial activity. With proper organization and consideration of contemporary challenges, this form of tourism can contribute to the economic development of regions, support local businesses, and help shape a modern tourism product for Ukraine.

References

1. Державне агентство розвитку туризму України. Публічний звіт Голови ДАРТ за 2025 рік. URL: https://www.tourism.gov.ua/blog/publichniy-zvit-golovi-derzhavnogo-agentstva-rozvitku-turizmu-ukrayini-natali-tabaki-za-2025-rik

2. Chip L., Myronets N., Buntova N. (2025). Contemporary geopolitical transformations and their impact on the dynamics of international tourist flows. Social Development: Economic and Legal Issues, (10). https://doi.org/10.70651/3083-6018/2025.10.07

3. Morhulets O., Olshanska O., Cherniavska O., Buntova N.: Strategic mechanisms for managing sustainable development hospitality industry in Ukraine. In: 5th International Conference on Science, Engineering Management and Information Technology, SEMIT 2025. CCIS, 11 September 2025, Dubai, vol. 2652, pp. 54–70 (2025). https://doi.org/10.1007/978-3-032-04228-6_4

АКУШЕРСЬКО-ГІНЕКОЛОГІЧНА ДИСПАНСЕРИЗАЦІЯ КРОЛИЦЬ

Корейба Л. В.,
к.вет.н., доцент,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Актуальність теми. Акушерсько-гінекологічна диспансеризація кролиць є важливим комплексом ветеринарно-профілактичних, діагностичних та лікувальних заходів, спрямованих на збереження репродуктивного здоров'я тварин, підвищення їхньої відтворної здатності, а також профілактику акушерської й гінекологічної патології і зумовлена важливим значенням кролівництва у забезпеченні населення високоякісною продукцією тваринного походження, а також необхідністю підвищення відтворювальної здатності поголів'я кролів.

Своєчасне виявлення порушень статевої функції дає змогу зменшити кількість неплідних кролиць, підвищити запліднюваність, зберегти приплід і покращити економічну ефективність кролівництва.

Ефективність ведення кролівництва значною мірою залежить від стану репродуктивного здоров'я самок, своєчасного виявлення акушерських і гінекологічних патологій та проведення профілактичних заходів.

У практиці кролівництва досить актуальними залишаються проблеми неплідності, порушення статевого циклу, запальних процесів статевих органів, ускладнень перебігу вагітності, патології родів і післяродового періоду. Виникнення цих порушень може бути пов'язане з незбалансованою годівлею, незадовільними умовами утримання, інфекційними та незаразними захворюваннями, стресовими чинниками й порушеннями технології відтворення [1-8].

Важливим напрямом розв'язання зазначених проблем є систематичне проведення акушерсько-гінекологічної диспансеризації кролиць, яка передбачає комплексне оцінювання загального клінічного стану тварин, репродуктивної функції, стану статевих органів, перебігу вагітності та післяродового періоду. Застосування сучасних клінічних, лабораторних та інструментальних методів діагностики дає змогу своєчасно виявляти патологічні зміни, визначати причини порушення відтворення та розробляти ефективні лікувально-профілактичні заходи.

Таким чином, удосконалення методів акушерсько-гінекологічної диспансеризації кролиць є важливою умовою збереження репродуктивного здоров'я тварин, профілактики неплідності, підвищення запліднюваності, багатоплідності та збереженості приплоду, а також забезпечення ветеринарного благополуччя і економічної ефективності кролівницьких господарств [1, 2].

Отже, дослідження особливостей та вдосконалення системи акушерсько-гінекологічної диспансеризації кролиць має важливе наукове і практичне значення для сучасної ветеринарної медицини.

Мета роботи – висвітлити основні принципи проведення акушерсько-гінекологічної диспансеризації кролиць в умовах кролеферм різної форми власності Дніпровського регіону, методи оцінювання їхнього репродуктивного стану, діагностики патологій та профілактики порушень відтворної функції.

Основними завданнями було: оцінювання загального клінічного стану та вгодованості кролиць; визначення стану органів репродуктивної системи; контроль статевої циклічності та результативності осіменіння; діагностика вагітності та виявлення причин неплідності; своєчасне виявлення акушерської і гінекологічної патології; розроблення профілактичних заходів для збереження репродуктивного здоров'я.

Диспансеризацію проводили комплексно, з урахуванням віку, фізіологічного стану, продуктивності та репродуктивної історії кролиць.

На перших етапами акушерсько-гінекологічної диспансеризації проводили анамнестичне обстеження; з'ясовували вік тварин, породу, походження, кількість попередніх окролів, запліднюваність, багатоплідність, випадки абортів, мертвонародження та загибелі кроленят. Загальним клінічним обстеженням оцінювали вгодованість, масу тіла, стан шкіри та шерстного покриву, слизових оболонок, апетит, активність і стан молочних залоз.

Гінекологічним дослідженням оцінювали стан вульви, характер виділень, за показаннями проводили ультразвукове дослідження органів репродуктивної системи.

Для діагностики вагітності використовували обережну пальпацію черевної стінки на 10–14-ту добу після парування, ультразвукову діагностику та за необхідності рентгенологічне дослідження. Пальпацію проводили обережно, щоб не травмувати ембріони. У кролиць можливий розвиток несправжньої вагітності, яка зазвичай триває близько 16–18 діб.

Акушерським обстеженням контролювали перебіг вагітності, підготовку до окролу, родову діяльність та післяродовий період.

Перед окролом спостерігали підготовку гнізда та вищипування пуху.

Після окролу контролювали загальний стан кролематки, молочну продуктивність і стан молочних залоз.

Аналіз відтворної здатності проводили з метою визначення відсотку заплідненості, кількість живонароджених кроленят, частоту повторних неплідних парувань та збереженість приплоду.

Під час проведення акушерсько-гінекологічної диспансеризації кролиць диспансеризації особливу увагу приділяли виявленню таких патологічних станів як: аборти; затримка внутрішньоутробного розвитку плодів; мертвонародження; патологічні роди; затримання плодів; післяродові запальні процеси; мастит; агалактія та гіпогалактія; вульвіт і вагініт; ендометрит; метрит; піометра; кісти яєчників; кістозна гіперплазія ендометрію; новоутворення матки; функціональні порушення яєчників.

Особливе значення мала діагностика симптоматичної неплідності, яка може бути наслідком функціональних порушень яєчників, запальних процесів статевих органів та системних захворювань організму.

Для встановлення діагнозу застосовували комплекс досліджень: клінічний огляд; збір анамнестичних даних; пальпацію черевної порожнини; ультразвукове дослідження матки та яєчників; лабораторне дослідження крові; бактеріологічне дослідження патологічних виділень за показаннями; цитологічні та гістологічні дослідження за необхідності.

Ультразвукова діагностика дозволяла оцінити стан матки, виявити патологічний вміст її порожнини, зміни яєчників та підтвердити вагітність.

Основними напрямами профілактики акушерсько-гінекологічної патології є: забезпечення повноцінної, збалансованої годівлі з урахуванням фізіологічного стану кролиць; дотримання оптимальних умов утримання, температурного режиму, вентиляції та санітарно-гігієнічних вимог; регулярне очищення і дезінфекція кліток, годівниць, напувалок та гніздових ящиків; своєчасне виявлення та лікування інфекційних і незаразних захворювань; контроль якості сперми самців та правильна організація парування; недопущення надмірного використання кролиць у відтворенні; контроль перебігу вагітності та післяродового періоду; своєчасне вибраковування тварин із хронічними захворюваннями репродуктивної системи та стійкою неплідністю.

Акушерсько-гінекологічна диспансеризація передбачала ведення індивідуальних карток обліку репродуктивного стану кролиць.

До картки вносили: ідентифікаційний номер і вік тварини; дату парування або осіменіння; результати діагностики вагітності; дату окролу; кількість народжених і живих кроленят; дані про перебіг післяродового періоду; випадки акушерської та гінекологічної патології; проведені лікувально-профілактичні заходи.

На підставі отриманих результатів формували групи клінічно здорових, умовно здорових та хворих кролиць. Для кожної групи визначали відповідні профілактичні, діагностичні або лікувальні заходи.

Висновки. Акушерсько-гінекологічна диспансеризація кролиць є важливою складовою системи ветеринарного забезпечення кролівництва. Комплексне дослідження загального клінічного стану, репродуктивної системи, перебігу вагітності та післяродового періоду дає змогу своєчасно виявляти патологічні зміни й визначати причини порушення відтворної функції.

Особливого значення набуває рання діагностика запальних захворювань статевих органів, функціональних порушень яєчників, патології матки та системних захворювань, які можуть зумовлювати симптоматичну неплідність.

Впровадження систематичної диспансеризації сприятиме підвищенню запліднюваності кролиць, зменшенню частоти акушерсько-гінекологічної патології, збільшенню виходу життєздатного приплоду та підвищенню рентабельності кролівництва.

Список літератури

1. Корейба Л. В. Моніторинг акушерсько-гінекологічної патології у кролиць каліфорнійської породи в умовах приватних господарств населення Дніпропетровської області. Animal Health. 2025. Т. 27, № 118. С. 44–49. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet11806.

2. Koreyba L. V., Hlebeniuk V. V., Plys V. M. Infections of reproductive organs in female rabbits. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. 2024. Vol. 26, No. 114. P. 70–77. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet11411.

3. Harcourt-Brown F. M. Disorders of the Reproductive Tract of Rabbits. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2017. Vol. 20, No. 2. P. 555–587. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cvex.2016.11.010.

4. Mancinelli E., Lord B. Urogenital system and reproductive disease. In: BSAVA Manual of Rabbit Medicine. British Small Animal Veterinary Association, 2014. P. 191–204. DOI: https://doi.org/10.22233/9781910443217.13.

5. Bishop C. R., Burgess M. E. Reproductive Physiology, Normal Neonatology, and Neonatal Disorders of Rabbits. In: Lopate C. (Ed.). Management of Pregnant and Neonatal Dogs, Cats, and Exotic Pets. Wiley-Blackwell, 2012. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118997215.ch13.

6. Rosell J. M. et al. Causes of mortality in breeding rabbits. Preventive Veterinary Medicine. 2016. Vol. 127. P. 56–63. DOI: https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.03.014.

7. Bertram C. A., Müller K., Klopfleisch R. Genital Tract Pathology in Female Pet Rabbits (Oryctolagus cuniculus): A Retrospective Study of 854 Necropsy Examinations and 152 Biopsy Samples. Journal of Comparative Pathology. 2018. Vol. 164. P. 17–26. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2018.08.003.

8. Viana D., Selva L., Callanan J. J., Guerrero I., Ferrian S., Corpa J. M. Strains of Staphylococcus aureus and pathology associated with chronic suppurative mastitis in rabbits. The Veterinary Journal. 2011. Vol. 190, No. 3. P. 403–407. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.11.022.

The authors of the IX International Scientific and Practical Conference «Knowledge synergy: an interdisciplinary approach to solving modern problems» were representatives of the following educational institutions:

Odesa Polytechnic National University; National University “Kyiv Aviation Institute”; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Dnipro State Medical University; Florida Institute of Technology; National Transport University; State University of Information and Communication Technologies; Kharkiv National University of Internal Affairs; Uzhhorod National University; Georgian Technical University; Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; O. O. Bogomolets National Medical University; Mykhailo Ostrohradskyi Kremenchuk National University and others.

KNOWLEDGE SYNERGY: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO SOLVING MODERN PROBLEMS

Scientific publications

Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference
«Knowledge synergy: an interdisciplinary approach to solving modern problems»,
Tallinn, Estonia. 334 p.
(November 3–6, 2026)

UDC 01.1
ISBN – 979-8-90671-564-7
DOI – 10.46299/ISG.2026.2.9

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).
Illustrations © 2026 by the International Science Group.
Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©
Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.
No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Zailasheva A., Khassanova G. Phenological, agronomic and seed quality traits in pea (Pisum sativum L.): their importance for breeding. Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference. Tallinn, Estonia. 2026. Pp. 18-20 URL: https://isg-konf.com/knowledge-synergy-an-interdisciplinary-approach-to-solving-modern-problems/