

**Житомирський державний університет імені Івана Франка
фізико-математичний факультет**

НАУКОВИЙ ПОШУК МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ

Випуск XIX

*За матеріалами II Всеукраїнської науково-практичної конференції
“Науковий пошук: сучасні проблеми інформаційних технологій,
математики, фізики, астрономії, управління та освіти”
(19-20 травня 2026 р.)*

Житомир
Вид-во ЖДУ ім. І. Франка
2026

УДК 378.937
Н32

Рекомендовано вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка, протокол № 12 від 26 червня 2026 року

РЕЦЕНЗЕНТИ: **Костянтин Борак** – доктор технічних наук, професор, заступник директора з навчальної роботи Житомирського агротехнічного фахового коледжу;
Оксана НАКОНЕЧНА – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій Одеського державного аграрного університету;
Ірина КОЛЕСНИКОВА – кандидатка педагогічних наук, заступниця директора з науково-методичної роботи, професорка кафедри суспільно-гуманітарних дисциплін КЗ «Житомирський ОППО» ЖОР.

Н32	Науковий пошук молодих дослідників: збірник наукових праць студентів, магістрантів та викладачів / за заг. ред. Постової Світлани, Постової Світлани, Лавренюка Ярослава, Іванова Дмитра. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. Вип. 19. 300 с. У збірнику представлено результати науково-дослідницької роботи за актуальними напрямками фізико-математичних, психолого-педагогічних наук та інформаційних технологій здобувачів першого другого та третього рівнів освіти, членів проблемних груп та наукових гуртків, учителів шкіл і викладачів фізико-математичного факультету Житомирського державного університету імені Івана Франка та інших ЗВО України. УДК 378.937
------------	---

© Автори, 2026

© ЖДУ ім. І. Франка, видання, 2026

Зміст

Секція 1. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ	11
<i>Білошицький Владислав.....</i>	<i>11</i>
ДОСЛІДЖЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ КОНТЕНТУ	11
<i>Боровик Марія,.....</i>	<i>14</i>
<i>Вербівський Дмитрій,</i>	<i>14</i>
ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПІДТРИМКИ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРІВ	14
<i>Горшков Владислав,.....</i>	<i>19</i>
ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ КОНСЕНСУСУ В БЛОКЧЕЙН-СИСТЕМАХ.....	19
<i>Жуковська Ольга,.....</i>	<i>22</i>
LOW-CODE ТА NO-CODE ПЛАТФОРМИ ЯК ЕВОЛЮЦІЯ КЛАСИЧНОЇ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	22
<i>Каденський Валерій</i>	<i>26</i>
<i>Антонов Євгеній</i>	<i>26</i>
РЕКОМЕНДАЦІЙНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ ОНЛАЙН-СЕРВІСУ УКРАЇНСЬКИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР	26
<i>Кармазін Василь,</i>	<i>30</i>
МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ БРАУЗЕРНИХ СЕРЕДОВИЩ.....	30
<i>Козачок Назар</i>	<i>33</i>
ПРОЄКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА АРХІТЕКТУРНОГО ОБ'ЄКТА В СЕРЕДОВИЩІ SKETCHUP.....	33
<i>Колісніченко Максим.....</i>	<i>35</i>
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ДИФУЗІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	35
<i>Малишева Лариса,.....</i>	<i>40</i>
<i>Постова Світлана</i>	<i>40</i>

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРО АЛГОРИТМИ ДІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	40
<i>Мельник Роза</i>	44
КВАНТОВА КРИПТОГРАФІЯ СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ.....	44
<i>Чістілін Данило,</i>	47
КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА АРХІТЕКТУРА ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО ТЕСТУВАННЯ	47
Секція 2. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКА ТА СТАТИСТИКИ	51
<i>Андрійчук Ангеліна</i>	51
РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА КУРС ЄВРО В УКРАЇНІ (2015-2025 РОКИ)	51
<i>Богатко Олексій,</i>	56
ПОРІВНЯННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИРОДНОГО ПРИРОСТУ П'ЯТИ КРАЇН ЄВРОПИ 2020–2024 РОКІВ	56
<i>Десятка Вікторія,</i>	62
<i>Севостьянов Євген,</i>	62
<i>Галицька Аліна</i>	62
ПРО НЕПЕРЕРВНЕ МЕЖОВЕ ПРОДОВЖЕННЯ КЛАСІВ ОРЛИЧА- СОБОЛЄВА.....	62
<i>Ковба Заріна</i>	65
<i>Севостьянов Євген</i>	65
ПРО ТЕОРЕМУ КАРАТЕОДОРІ В КЛАСАХ ОРЛИЧА-СОБОЛЄВА .	65
<i>Коломієць Таміла,</i>	69
УЗАГАЛЬНЕНА ТЕОРЕМА МНОЖЕННЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ В БІГПЕРБОЛІЧНІЙ АЛГЕБРІ	69
<i>Корватко Анастасія</i>	73
ДИНАМІКА СЕРЕДНЬОЇ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ В УКРАЇНІ	73
(2015-2024 РОКИ).....	73
<i>Терещук Дмитро</i>	79

АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ЗМІН І КОЛИВАНЬ ЦІН НА ХЛІБ В УКРАЇНІ (2018-2026 РОКИ)	79
Філик Ярина	85
СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВАЛЮТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАОЩАДЖЕНЬ В УКРАЇНІ (2015–2024 РОКИ)	85
Секція 3. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА НОВІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЦІ ТА АСТРОНОМІЇ	90
Гришко Олександра	90
ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ	90
Андрій Гришук	93
КВАНТОВО-РЕЛЯТИВІСТСЬКА МОДИФІКАЦІЯ РІВНЯННЯ ШРЕДІНГЕРА.....	93
Постова Дарина,	98
Зіновчук Андрій	98
РЕЗОНАНСИ НАДБАР'ЄРНОГО ПРОХОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОНІВ В 2D СТРУКТУРАХ	98
Полякова Олександра	102
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ ДИСПЕРСІЇ ОБМЕЖЕНИХ ФОНОННИХ МОД ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА СПЕКТР БАГАТОШАРОВОЇ НАНОСТРУКТУРИ	102
Синюк Юлія	105
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ	105
Чулаєвський Дмитро	110
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ ДИСПЕРСІЇ ОБМЕЖЕНИХ ФОНОННИХ МОД ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА СПЕКТР БАГАТОШАРОВОЇ НАНОСТРУКТУРИ	110
Секція 4. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ	114
Бондар Сергій,	114

ВИКОРИСТАННЯ КОНТРПРИКЛАДІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ БУДОВИ РЕЧОВИНИ. ТЕРМОДИНАМІКА»	114
<i>Бондар Сергій</i> ,	118
ЕКОЛОГІЧНА КОМПОНЕНТА В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ	118
Список використаних джерел та літератури	122
<i>Жигора Олександра</i> ,	123
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МАТЕМАТИКИ З ЕКОНОМІКОЮ ТА ПРИРОДОЗНАВСТВОМ: РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	123
<i>Киричук Олександр</i>	127
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ	127
<i>Кондратенко Каріна</i> ,	130
<i>Дронговська Наталія</i> ,	130
<i>Бендес Юрій</i>	130
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ»	130
<i>Кучменко Артем</i> ,	139
<i>Усата Олена</i> ,	139
ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У ПОЗАУРОЧНІЙ РОБОТІ З ІНФОРМАТИКИ.....	139
<i>Остріцький Богдан</i> ,	144
<i>Усата Олена</i> ,	144
ЦИФРОВА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗНАНЬ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ	144
<i>Сиплива Аліна</i> ,	148
ЦИФРОВЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ОСНОВА ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ.....	148
<i>Столяр Тетяна</i> ,	151

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ЗАСОБУ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ.....	151
<i>Усманов Богдан</i>	155
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ ІНФОРМАТИКИ.....	155
<i>Федорчук Дмитро</i> ,	157
<i>Федорчук Анна</i> ,	157
ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНФОРМАТИКИ	157
<i>Хінцінський Олег</i> ,	162
<i>Антонюк Анна</i> ,	162
<i>Бендес Юрій</i>	162
МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОГОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КООРДИНАТ У КУРСІ КІНЕМАТИКИ	162
<i>Черняк Марія</i> ,	168
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ	168
Секція 5. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ	172
<i>Опанасюк Надія</i> ,	172
<i>Корнійчук Сергій</i> ,	172
<i>Постова Світлана</i> ,	172
ЦИФРОВІЗАЦІЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ	172
<i>Останчук Оксана</i> ,	178
МЕТОД ПРОЄКТІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ОСВІТИ: ПОТЕНЦІАЛ І ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ	178
<i>Рараговський Дмитро</i> ,	182

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЕДОВИЩА ROBLOX STUDIO ЯК ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПРОГРАМУВАННЯ	182
<i>Танський Максим</i> ,	187
<i>Усата Олена</i> ,	187
ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОЦІНЮВАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ	187
<i>Шмалюк Микола</i> ,	192
<i>Постова Світлана</i> ,	192
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ АГРОІНЖЕНЕРІВ	192
Секція 6. МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ У ВОЄННИЙ ТА ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОДИ В УКРАЇНІ	195
<i>Ананченко Олександр</i> ,	195
<i>Вербовський Ігор</i> ,	195
ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ОСВІТНІХ ДАНИХ ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ У ВОЄННИЙ ЧАС	195
<i>Ананченко Юрій</i> ,	204
<i>Вербовський Ігор</i> ,	204
ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ	204
<i>Боженко Роман</i> ,	209
<i>Вербовський Ігор</i> ,	209
ДІАГНОСТИКА РІВНІВ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ВИКЛАДАЧІВ ЗВО ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ КАДРОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД	209
<i>Вдовиченко Богдан</i> ,	215
<i>Чипорнюк Віталій</i> ,	215

КУЛЬТУРА ЯКОСТІ В ЗАКЛАДІ ОСВІТИ ЯК МЕХАНІЗМ СТІЙКОСТІ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ У ВОЄННИЙ ТА ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД.....	215
<i>Вербовський Ігор</i> ,.....	219
ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ЯК МЕХАНІЗМ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ТА ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ .	219
<i>Домантович Олександр</i> ,	228
<i>Чипорнюк Віталій</i> ,	228
ІННОВАЦІЙНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ВИКЛИКИ ВОЄННОГО ТА ПОСТВОЄННОГО ЧАСУ	228
<i>Євтушок Іван</i> ,.....	233
<i>Вербовський Ігор</i> ,.....	233
АВТОНОМІЯ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ ЯК УМОВА ЕФЕКТИВНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД.....	233
<i>Кисла Ольга</i> ,	238
КАДРОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ ВОЄННОГО ЧАСУ	238
<i>Корнійчук Сергій</i> ,.....	243
<i>Чипорнюк Віталій</i> ,	243
ЯКІСТЬ ОСВІТИ ЯК КАТЕГОРІЯ ОСВІТНЬОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ: ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ	243
<i>Кучменко Артем</i> ,	248
<i>Чипорнюк Віталій</i> ,	248
РОЛЬ КЕРІВНИКА ЗАКЛАДУ ОСВІТИ У ЗБЕРЕЖЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЯКОСТІ ПІД ЧАС ВОЄННОГО ЧАСУ	248
<i>Махневич Дмитро</i> ,.....	253
<i>Вербовський Ігор</i> ,.....	253

ТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЛАНУВАННЯМ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗЗСО ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ВОЄННОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ	253
<i>Поплавський Олександр,</i>	259
<i>Чипорнюк Віталій,</i>	259
ФОРМУВАЛЬНИЙ МОНИТОРИНГ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ВОЄННОГО ЧАСУ	259
<i>Радіонов Олег,</i>	264
<i>Чипорнюк Віталій,</i>	264
ОСВІТНІЙ АУДИТ ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ У ПОСТВОЄННИЙ ЧАС	264
<i>Романчук Олена,</i>	270
<i>Вербовський Ігор,</i>	270
ОСВІТНЯ АНАЛІТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАКЛАДОМ ОСВІТИ У ВОЄННИЙ ЧАС	270
<i>Столяренко Валерія,</i>	276
<i>Вербовський Ігор,</i>	276
ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТІ ЯК СТРАТЕГІЧНА ОСНОВА ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ... ..	276
<i>Стороженко Олексій,</i>	281
<i>Чипорнюк Віталій,</i>	281
ЛІДЕРСТВО ЯК ЧИННИК ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД ВІДНОВЛЕННЯ	281
<i>Чипорнюк Віталій,</i>	287
<i>Вербовський Ігор,</i>	287
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ ЗВО В УМОВАХ ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ	287

Секція 1. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ

Білошицький Владислав

здобувач другого(магістерського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету

Науковий керівник: Зіновчук Андрій,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

ДОСЛІДЖЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ КОНТЕНТУ

Нині штучний інтелект є одним із ключових рушіїв технологічного розвитку, який трансформує соціально-економічні процеси та створює нові підходи до обробки інформації. За останнє десятиліття відбувся перехід від вузькоспеціалізованих моделей до універсальних систем, здатних працювати з різними типами даних одночасно – текстом, зображеннями, аудіо та відео. Мультимодальні моделі штучного інтелекту є логічним етапом еволюції інтелектуальних систем, оскільки вони дозволяють аналізувати складні взаємозв'язки між різними типами інформації, автоматизувати творчі процеси та створювати високоякісний контент. Сучасні мультимодальні системи, демонструють здатність генерувати інтегрований мультимедійний контент, поєднуючи текст, графіку, аудіо та відео.

Розвиток мультимодальних моделей штучного інтелекту є ключовим чинником трансформації цифрових індустрій та підвищення ефективності інформаційних процесів. Якщо раніше нейронні мережі здатні були обробляти лише один тип даних – текст, зображення або звук, то сучасні системи можуть одночасно інтегрувати кілька модальностей, аналізувати їхні взаємозв'язки та генерувати комплексний контент. Це дозволяє наблизити роботу штучного інтелекту до природного сприйняття світу людиною.

Особливе значення актуальність теми набуває у сфері освіти, медицини, промисловості та креативних індустрій. У медицині

мультимодальні системи дозволяють поєднувати аналіз зображень МРТ та текстових даних пацієнта для підвищення точності діагнозу. У виробництві вони автоматизують контроль якості за допомогою візуальних сенсорів, а у маркетингу – створюють рекламні матеріали та відеоконтент, адаптований під різні цільові аудиторії.

Наукове вивчення мультимодальних моделей штучного інтелекту характеризується високою динамікою. Протягом останніх років відбувся перехід від одноmodalьних систем, здатних обробляти лише текст або зображення, до інтегрованих моделей, які одночасно працюють з різними типами даних — текстом, графікою, аудіо та відео.

Метою даної статті є системне дослідження сучасних мультимодальних моделей штучного інтелекту для генерації контенту на основі різних типів даних (текст, зображення, аудіо, відео) з оцінкою їх ефективності, практичної застосовності та перспектив розвитку.

У межах дослідження передбачено:

- аналіз архітектур і алгоритмів інтеграції різних модальностей;
- оцінка методів навчання та тестування моделей;
- визначення сильних і слабких сторін сучасних підходів;
- формування практичних рекомендацій щодо використання мультимодальних моделей у різних сферах діяльності;
- провести огляд наукових публікацій, технічної документації та баз даних для визначення сучасного стану досліджень у сфері мультимодальних моделей штучного інтелекту (GPT-4, Gemini, Claude, Mistral та ін.);
- дослідити сучасні архітектури мультимодальних моделей та принципи інтеграції тексту, зображень, аудіо та відео, визначити їх переваги та обмеження.

Мультимодальні моделі — це системи ШІ, які одночасно обробляють кілька типів даних (текст, зображення, аудіо, відео) та інтегрують їх для більш точного аналізу і генерації контенту. На відміну від одноmodalьних моделей, вони дозволяють розуміти контекст у комплексі та створювати багатоформатний контент. Мультимодальні системи виникли як розвиток нейронних мереж і трансформерів. Перші моделі інтегрували текст і зображення (CLIP, DALL·E), пізніше з'явилися повністю мультимодальні системи (GPT-4o, Gemini, Kosmos), здатні працювати з кількома

модальностями одночасно. Мультимодальні моделі використовують трансформери та механізми самоуваги (self-attention) для інтеграції різних даних. Архітектури можуть бути гібридними або модульними, що забезпечує високу продуктивність та масштабованість. Основні виклики: великий обсяг даних, висока обчислювальна вартість, етичні ризики

Серед сучасних систем ММШІ — GPT-4o, Gemini, Claude . Вони відрізняються архітектурою, обсягом тренувальних даних та набором підтримуваних модальностей. Моделі відрізняються методами інтеграції даних: деякі використовують єдине представлення всіх модальностей, інші — поєднують модулі для кожного типу даних. Сильні сторони: висока точність генерації, комплексне розуміння контексту, універсальність. Слабкі сторони: ризики неточностей, етичні проблеми, потреба у великих обчислювальних ресурсах. Очікується підвищення ефективності навчання, зменшення витрат ресурсів, інтеграція нових модальностей, розвиток етичних стандартів для безпечного використання.

Мультимодальні моделі прискорюють аналіз даних, створюють адаптивні навчальні матеріали, допомагають у моделюванні та прогнозуванні. Автоматизація виробництва, генерація рекламного та відеоконтенту, оптимізація бізнес-процесів. Вплив на ринок праці, формування нових професій, етичні та правові питання, економічні вигоди та ризики.

Мультимодальні моделі можуть використовуватися для різних завдань: автоматизованого перекладу, створення чат-ботів, генерації текстів, що відповідають стилю певного автора або жанру, формування персоналізованих рекомендацій та навіть для детекції фейкових новин. У статті розглянуто, як ці моделі можуть бути застосовані для генерації контенту в соціальних мережах, що є корисним для особистих блогів, комерційних акаунтів та новинних каналів.

Список використаних джерел та літератури

1. Lin L., Liu Y. *Multimodal Large Models: A New Paradigm of Artificial Intelligence*. Singapore : Springer, 2026. 381 p.
2. Kamath U., Keenan K., Somers G., Sorenson S. *Large Language Models: A Deep Dive: Bridging Theory and Practice*. Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. 472 p.

3. Alammar J., Grootendorst M. *Hands-On Large Language Models*. Sebastopol : O'Reilly Media, 2024. 428 p.
4. Fregly C., Barth A., Eigenbrode S. *Generative AI on AWS: Building Context-Aware Multimodal Reasoning Applications*. Sebastopol : O'Reilly Media, 2023. 312 p.
5. Olson P. *Supremacy: AI, ChatGPT and the Race That Will Change the World*. New York : St. Martin's Press, 2024. 336 p.

Боровик Марія,
 здобувачка першого (бакалаврського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка, м. Житомир
Вербівський Дмитрій,
 доктор педагогічних наук, доцент, доцент
 кафедри комп'ютерних наук та
 інформаційних технологій,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка, м. Житомир

ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПІДТРИМКИ РОБОТИ ДИЗАЙНЕРІВ

Сучасний розвиток інформаційних технологій істотно впливає на всі сфери професійної діяльності, в тому числі і на галузь дизайну. Цифровізація процесів проектування та створення графічного контенту, а також організації командної роботи зумовлює необхідність використання спеціалізованих програмних засобів, що забезпечують ефективну взаємодію між учасниками дизайнерських проєктів. Сучасні дизайнери працюють у динамічному середовищі, що потребує оперативного обміну інформацією, доступу до загальних ресурсів, координації завдань та контролю виконання проєктних робіт [1].

Традиційні підходи до організації роботи дизайнерів часто ґрунтуються на використанні окремих програм для створення графічних матеріалів, файлових сховищ та засобів комунікації. Відсутність єдиного інструментарію призводить до ускладнення управління проєктами, втрати

часу на пошук необхідних матеріалів та зниження ефективності командної взаємодії. Це зумовлює потребу в створенні веборієнтованих сервісів, що поєднують основні функції управління проєктами, комунікації та зберігання даних у єдиному інформаційному середовищі.

Веборієнтовані технології дозволяють забезпечити дистанційний доступ до ресурсів системи незалежно від типу пристрою, що особливо важливо за умов поширення дистанційних та гібридних форм роботи. Проєктування сучасних веб-сервісів для підтримки діяльності дизайнерів є актуальним напрямком розвитку інформаційних систем та вебтехнологій [2].

Метою статті є обґрунтування підходів до проєктування веборієнтованого сервісу для організації та підтримки діяльності дизайнерів, а також визначення його функціональної структури й особливостей архітектури.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- проаналізувати особливості організації професійної діяльності дизайнерів та визначити основні вимоги до веборієнтованого сервісу;
- розробити функціональну модель та структуру сервісу, що забезпечує підтримку управління проєктами, комунікацію та роботу з цифровими ресурсами;
- обґрунтувати архітектурні та технологічні рішення щодо реалізації веборієнтованого сервісу.

Відповідно до певних завдань дослідження, розглянемо особливості проєктування веборієнтованого сервісу для організації та підтримки роботи дизайнерів, його функціональну структуру, архітектуру та технологічні основи реалізації.

Початковим етапом проєктування веборієнтованого сервісу є аналіз предметної галузі та потреб кінцевих користувачів. Цільовою аудиторією такої системи є дизайнери, керівники проєктів та замовники, які взаємодіють у рамках виконання дизайнерських завдань. Аналіз наявних програмних продуктів свідчить, що більшість із них забезпечує лише окремі функції, у тому числі створення графічного контенту, керування завданнями чи комунікацію між учасниками. Тому доцільно створення комплексного веборієнтованого сервісу, який поєднує вказані можливості в єдиному середовищі.

Однією з ключових вимог до вебсервісу є забезпечення зручного доступу до проєктної документації й графічних матеріалів, що зумовлює необхідність централізованого зберігання файлів з можливістю їх структуризації за проєктами, категоріями та етапами виконання робіт. Використання хмарних технологій дозволяє забезпечити надійне зберігання даних та доступ до них із різних пристроїв.

Важливим компонентом сервісу є модуль керування проєктами, що забезпечує створення нових проєктів, визначення складу команди, розподіл завдань між виконавцями, встановлення термінів виконання та контроль поточного стану робіт. Наявність цього модуля дозволяє підвищити прозорість процесу виконання проєктів та ефективність координації діяльності учасників.

Для забезпечення комунікації між користувачами варто передбачити інтегрований механізм обміну повідомленнями та можливість коментування матеріалів. Це дозволяє оперативно обговорювати результати роботи, погоджувати зміни та отримувати зворотний зв'язок без використання сторонніх програмних засобів.

Функціональна структура сервісу може включати такі модулі: реєстрації та авторизації користувачів; управління проєктами; керування завданнями; зберігання та обміну файлами; організації комунікації; аналітики та формування звітів; адміністративний модуль.

Для реалізації веборієнтованого сервісу доцільно використовувати трирівневу архітектуру, що складається з рівня клієнта, серверного рівня та баз даних. Клієнтський рівень забезпечує відображення інтерфейсу користувача та взаємодію з системою через веббраузер. Серверний рівень – реалізацію бізнес-логіки, обробку запитів та управління доступом до ресурсів. Рівень баз даних використовується для зберігання інформації про користувачів, проєкти, завдання та файли [3].

При проєктуванні інтерфейсу особлива увага має приділятися принципам UX/UI-дизайну. Взаємодія з користувачем (User Experience, UX) розглядається як комплексний процес проєктування цифрового продукту, спрямований на забезпечення максимально позитивного досвіду його використання. UX охоплює всі аспекти сприйняття користувачем продукту чи послуги, включаючи емоційні, когнітивні та поведінкові характеристики взаємодії. У цьому контексті користувацький досвід

відображає не лише суб'єктивні враження людини від роботи із системою, а й оцінку її функціональності, зручності, ефективності та практичної цінності [4].

Користувацький досвід є важливою складовою взаємодії людини з комп'ютером (Human-Computer Interaction, HCI), оскільки характеризує те, як користувач сприймає та оцінює процес використання програмного продукту. Водночас UX має динамічний характер, оскільки змінюється залежно від умов використання системи, попереднього досвіду користувача та особливостей конкретної ситуації взаємодії. Таким чином, UX можна визначити як сукупність вражень, емоцій, оцінок і реакцій, що виникають у користувача під час взаємодії з цифровою системою, зокрема вебсайтом, вебзастосунком, програмним забезпеченням або іншим інтерактивним середовищем [5].

Для підвищення продуктивності роботи дизайнерів доцільно реалізувати систему повідомлень про зміни у проєктах, нові коментарі та оновлення завдань. Це сприятиме оперативному реагуванню на зміну та покращення взаємодії між учасниками проєктної діяльності.

Важливою характеристикою сервісу є забезпечення інформаційної безпеки. Для захисту користувачів необхідно використовувати механізми автентифікації та авторизації, шифрування переданих даних, резервне копіювання інформації та контроль доступу до ресурсів відповідно до ролей користувачів.

Веборієнтований сервіс повинен забезпечувати інтеграцію основних інструментів, необхідних для організації дизайнерської діяльності, що дозволяє підвищити ефективність управління проєктами, покращити комунікацію між учасниками та оптимізувати процес створення дизайнерського продукту.

Отже, у статті розглянуто особливості проєктування веборієнтованого сервісу для організації та підтримки дизайнерів. Визначено основні вимоги до інформаційної системи, обґрунтовано її функціональну структуру та архітектуру. Встановлено, що використання веборієнтованого підходу забезпечує централізоване управління проєктами, ефективну взаємодію учасників команди, зручне зберігання даних та оперативний доступ до інформаційних ресурсів.

Результати дослідження можуть використовуватися для розробки сучасних цифрових платформ для підтримки дизайнерської діяльності. Перспективним напрямом подальших досліджень є впровадження технологій штучного інтелекту для автоматизації процесів аналізу дизайнерських рішень, генерації рекомендацій та персоналізації користувача середовища.

Список використаних джерел та літератури:

1. Самулінас С., Житеньова Н. Інновації в UI/UX-дизайні як ключ до успішного просування вебресурсів // *Professional Art Education*. 2025. Т. 6, № 1. С. 93–106. DOI: 10.34142/27091805.2025.6.01.09.
2. Юрченко А. О., Дем'янов Є. А., Семеніхіна О. В. Вебдизайн у сучасній освіті: огляд підходів // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2025. № 2(57). С. 225–229. DOI: 10.24144/2524-0609.2025.57.225-229.
3. Пушкар О. І. Концепція удосконалення методів проектування мультимедійних веббазованих інформаційних систем / О. І. Пушкар, Т. О. Свічко // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. – 2025. - №1. – С. 167-182.
4. Петрина Д., Корнута В., Корнута О. Використання інструментів нейромереж для пришвидшення розробки веб-інтерфейсів // *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2024. № 2. С. 42–50. DOI: 10.31649/1999-9941-2024-60-2-42-50. URL: <https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/view/1014> (дата звернення: 08.04.2026).
5. Клівак В. С. Особливості UX/UI дизайну для віртуальної та доповненої реальностей. *Український мистецтвознавчий дискурс*. 2022. № 6. С. 29–35. DOI: 10.32782/uad.2022.6.4.

*Горшков Владислав,
здобувач першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти фізико-математичного
факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*
Науковий керівник: *Нежуренко Олександр,
кандидат технічних наук, старший
викладач кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій, Житомирський
державний університет імені Івана
Франка, м. Житомир*

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ КОНСЕНСУСУ В БЛОКЧЕЙН-СИСТЕМАХ

Технологія блокчейн за останні роки трансформувалася з основи для криптовалют у фундаментальний інструмент для децентралізованих систем, смарт-контрактів та корпоративних мереж. Надійність, безпека та продуктивність будь-якої блокчейн-мережі безпосередньо залежать від механізму розподіленого консенсусу. Алгоритми консенсусу забезпечують узгодженість даних між незалежними вузлами (нодами) в умовах розподіленого середовища[1] та захищають систему від потенційних зловмисних дій окремих учасників.

Актуальність дослідження зумовлена наявністю «трилеми блокчейну»: необхідністю одночасного забезпечення децентралізації, безпеки та масштабованості[4]. Існуючі базові рішення часто мають обмеження: низьку пропускну здатність або високу обчислювальну складність.

Мета статті — дослідити принципи функціонування алгоритмів консенсусу в децентралізованих мережах, розробити програмну модель для імітації розподіленого консенсусу та виконати порівняльний аналіз результатів роботи двох варіантів консенсусних механізмів за критеріями швидкості генерації блоків та масштабованості мережі.

Розглянемо особливості та класифікація базових алгоритмів консенсусу. Механізм консенсусу — це набір правил і протоколів, що

дозволяють мережі приймати єдине правильне рішення щодо поточного стану розподіленого реєстру. Серед базових алгоритмів виділяють:

- *Proof-of-Work (PoW)*: консенсус досягається шляхом вирішення складних математичних задач. Гарантує високу безпеку, але має обмежену швидкість обробки транзакцій (TPS) та високе споживання ресурсів.
- *Proof-of-Stake (PoS) / Proof-of-Authority (PoA)*: альтернативні підходи, де право створення нового блоку базується на частці володіння внутрішнім ресурсом мережі (стейку)[2] або на репутаційній складовій. Це нівелює потребу в інтенсивних обчислювальних потужностях та підвищує швидкість роботи системи.

Для вирішення компромісів між цими підходами розробляються оптимізовані модифікації, алгоритми яких потребують детального моделювання та дослідження.

Для проведення порівняльного аналізу в рамках кваліфікаційної роботи реалізується програмний комплекс для імітаційного моделювання блокчейн-мережі на мові програмування Python. Розроблена архітектура дозволяє розгорнути ізольовану мережу, що складається з множини незалежних віртуальних вузлів, кожен з яких оперує власною копією реєстру та взаємодіє з іншими за допомогою механізму широкомовного мовлення.

В межах практичного експерименту розробляються та порівнюються два варіанти реалізації алгоритму:

- *Варіант А* (Модифікований обчислювальний консенсус): Алгоритм із динамічним коригуванням складності залежно від математичного навантаження та часу генерації попередніх блоків.
- *Варіант Б* (Репутаційний квазі-децентралізований консенсус): Оптимізований варіант, що спирається на голосування та валідацію блоків визначеним колом довірених вузлів із високим пріоритетом, що мінімізує часові витрати на комунікацію.

Параметри, що збираються під час експерименту:

1. *Block Generation Time (Tg)*: Середній час, необхідний мережі для досягнення консенсусу та додавання нового блоку в реєстр.

2. *Throughput (TPS)*: Кількість транзакцій, які мережа здатна верифікувати за одиницю часу.
3. *Network Overhead*: Вплив масштабування мережі (збільшення кількості активних вузлів) на швидкість досягнення згоди.

Для збереження історії транзакцій та забезпечення криптографічного зв'язку між елементами ланцюга кожен блок містить наступні обов'язкові атрибути [3]:

- *Index*: Порядковий номер блоку в ланцюгу.
- *Timestamp*: Часовий штамп створення.
- *Transactions*: Список верифікованих транзакцій (імітаційні дані).
- *Previous Hash*: Хеш-значення попереднього блоку (забезпечує незмінність ланцюга).
- *Hash*: Поточний криптографічний ідентифікатор блоку, розрахований через алгоритм SHA-256.
- *Metadata (Nonce/Validator ID)*: Змінна для підбору хешу (для Варіанту А) або унікальний ідентифікатор обраного вузла-валідатора (для Варіанту Б).

На основі попереднього моделювання архітектури очікується, що Варіант Б (репутаційний підхід) продемонструє значне зниження часу генерації блоку (на 75-85%) порівняно з Варіантом А за рахунок відсутності потреби в інтенсивних математичних обчисленнях. Проте, при збільшенні кількості вузлів у мережі Варіант Б може показувати затримки через необхідність синхронізації повідомлень між учасниками, тоді як Варіант А залишається стабільним незалежно від обсягу мережі.

Результати порівняння дозволять сформулювати рекомендації щодо оптимізації консенсусних моделей для приватних та публічних блокчейн-рішень.

Дослідження алгоритмів консенсусу є ключовим етапом проектування ефективних блокчейн-систем. Розробка та тестування двох варіантів реалізації консенсусу в межах дипломної роботи дозволить наочно оцінити компроміси між швидкістю роботи мережі та її масштабованістю. Отримані метрики стануть основою для розробки оптимізованого протоколу, що може бути використаний у децентралізованих системах керування даними.

Список використаних джерел та літератури

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Wood G. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Yellow Paper. 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>
3. Antonopoulos M. A., Wood G. Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps. O'Reilly Media, 2018. 416 с.
4. Bashir I. Mastering Blockchain: A deep dive into distributed ledgers, consensus protocols, and smart contracts. Packt Publishing, 2023. 784 с.

Жуковська Ольга,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету,*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир*

Науковий керівник: Усата Олена,

*кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних
наук та інформаційних технологій,*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир*

LOW-CODE ТА NO-CODE ПЛАТФОРМИ ЯК ЕВОЛЮЦІЯ КЛАСИЧНОЇ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій спостерігається тенденція до спрощення та автоматизації процесів створення програмного забезпечення. Традиційна розробка, яка передбачає обширні знання різних мов програмування, архітектури систем та принципів інженерії, планомірно доповнюється новими підходами. Один із них - використання low-code та no-code платформ, що дозволяють автоматизувати рутинні процеси та зменшити обсяг ручного програмування або і зовсім його усунути.

У статті розглянемо сучасний підхід до розробки програмного забезпечення з використанням low-code та no-code платформ. Проаналізуємо їх функціональність, переваги та обмеження, а також

проведемо порівняння між цими підходами, що дозволить виділити їх оптимальні сфери застосування.

Low-code - це підхід, що дозволяє створювати технологічні продукти з мінімальним використанням ручного кодування, орієнтований як на фахівців сфери, так і на так званих citizen developers [2]. Як зазначає Фабріціо Біскотті, віцепрезидент з досліджень Gartner, «low-code розробка не є новою, однак поєднання цифрових трансформацій та нових бізнес-моделей спричинило стрімке зростання попиту на такі інструменти» [1]. Платформи low-code дозволяють запускати софт за лічені тижні, а не місяці, гарантуючи швидкість та масштабованість рішень.

Своєю чергою, no-code проявляється як ще більше спрощений підхід, що дозволяє робить можливим створення цифрового продукту без фахових знань у галузі програмування. Концепція no-code - демократизація технологій, тобто надання можливості користувачам без технічної освіти створювати власний продукт. Цей підхід базується на використанні візуального середовища з функцією drag-and-drop та принципом WYSIWYG що дозволяє користувачу одразу бачити результат виконаної роботи [3].

Функціонально такі платформи дозволяють створення вебсайтів, мобільних та веб-застосунків, автоматизацію бізнес процесів, а також інтеграцію з іншими сервісами. При цьому всі технічні процеси виконуються автоматично у фоновому режимі, що значно спрощує доступ до розробки програмного забезпечення навіть для користувачів без технічної підготовки.

Порівнюючи low-code та no-code, варто зазначити, що вони орієнтовані на різні категорії користувачів і задачі. Low-code забезпечує більшу гнучкість і можливість розширення функціоналу за допомогою коду, що робить його гарним інструментом для створення складних корпоративних систем. Натомість no-code підходить для швидкої розробки простих рішень, таких як внутрішні додатки, автоматизація процесів або створення сайтів. У наведеній таблиці представлено основні відмінності щодо аудиторії, гнучкості та складності проектів:

Критерій	Low-code	No-code
Цільова аудиторія	Професійні розробники та користувачі з технічними навичками, але не професійні програмісти	Користувачі без знань програмування
Гнучкість	Можлива додаткова розробка коду	Обмежена, використовуються тільки готові модулі
Складність проєктів	Підходить для складних корпоративних систем	Підходить для простих застосунків і прототипів
Швидкість розробки	Висока, але залежить від складності	Дуже висока для простих рішень
Масштабованість	Висока	Низька

Серед переваг no-code платформ варто виділити простоту використання, швидкість розробки та економічну ефективність. Водночас існують і певні обмеження, зокрема недостатня гнучкість, можливі проблеми з інтеграцією та ризики безпеки. Зокрема, неконтрольоване використання таких платформ може призводити до явища shadow IT, коли додатки створюються без участі IT-відділу [1].

Low-code платформи, у свою чергу, забезпечують баланс між швидкістю розробки та можливістю масштабування. Вони активно використовуються для модернізації застарілих систем, автоматизації бізнес-процесів і створення складних корпоративних рішень. Згідно з дослідженнями, попит на такі технології зростає, оскільки організації прагнуть прискорити розробку програмного забезпечення та інтегрувати штучний інтелект у свої цифрові продукти [2].

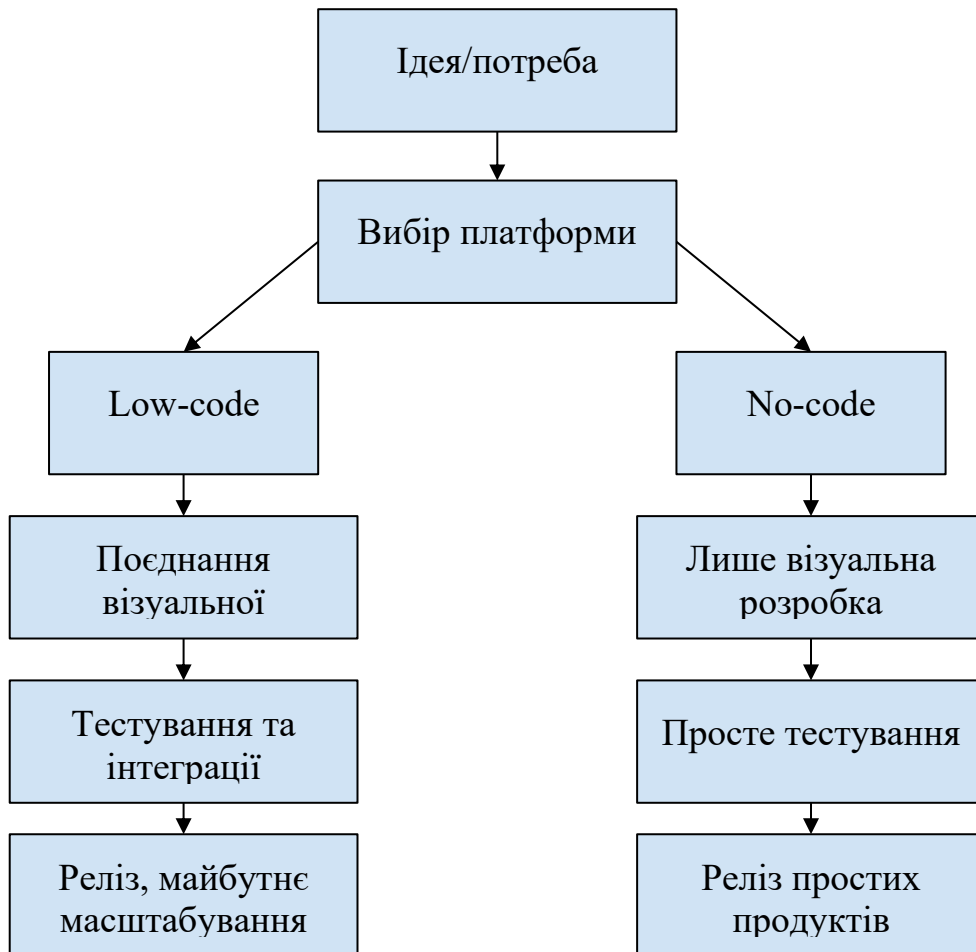


Рис. 1. Ключові етапи розробки для Low-Code та No-Code

Схема демонструє ключові етапи розробки для Low-Code та No-Code, показуючи, де потрібне додаткове кодування, а де можна обійтися повністю візуальними інструментами.

Таким чином, low-code та no-code технології відіграють важливу роль у сучасному розвитку програмної інженерії, забезпечуючи доступність, швидкість і ефективність створення цифрових продуктів. Їх використання є особливо актуальним у сфері освіти, стартапів і малого бізнесу, де важливими є швидкість реалізації ідей та обмежені ресурси.

Список використаних джерел та літератури

1. Gartner Forecasts Worldwide Low-Code Development Technologies Market to Grow 23% in 2021. 2021. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-02-15-gartner-forecasts-worldwide-low-code-development-technologies-market-to-grow-23-percent-in-2021> (Дата звернення: 05.05.2026).

2. Low-code development: Build smarter apps and software faster. 2026. URL: <https://www.outsystems.com/low-code/#what-is-low-code-platform> (Дата звернення: 05.05.2026).
3. No-Code Development: What You Need to Know. 2026. URL: <https://www.sap.com/products/technology-platform/build/guide-to-no-code-development.html> (Дата звернення: 05.05.2026).

Каденський Валерій

*здобувач першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти,*

*Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

Антонов Євгеній

*доктор філософії, асистент кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних
технологій, Житомирський*

*державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

РЕКОМЕНДАЦІЙНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ ОНЛАЙН-СЕРВІСУ УКРАЇНСЬКИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

Сучасна індустрія комп'ютерних ігор є одним із найбільш динамічних сегментів цифрової економіки. В Україні протягом останніх років спостерігається активний розвиток власних студій розробки, збільшення кількості незалежних проєктів та зростання інтересу до національного цифрового контенту. Разом із цим виникає необхідність створення спеціалізованих платформ, здатних ефективно представляти українські ігри широкій аудиторії. Однією з ключових складових таких платформ є рекомендаційна система, яка забезпечує персоналізований підбір контенту відповідно до інтересів користувачів. Проте більшість сучасних глобальних сервісів орієнтуються на просування найбільш популярних продуктів, що ускладнює видимість локальних проєктів. Особливо гостро ця проблема проявляється для нових українських ігор, які ще не накопичили достатнього обсягу статистичних даних про взаємодію користувачів із контентом. Метою дослідження є розробка підходу до побудови рекомендаційної системи для онлайн-сервісу українських комп'ютерних

ігор, що враховує особливості національного ринку та дозволяє підвищити ефективність персоналізації.

Рекомендаційні системи використовуються для автоматизованого відбору та ранжування контенту на основі вподобань користувачів. Найбільш поширеними підходами є контентна фільтрація, колаборативна фільтрація та гібридні моделі. Контентна фільтрація базується на аналізі характеристик об'єктів. У випадку комп'ютерних ігор такими характеристиками можуть бути жанр, платформа, стиль графіки, наявність української локалізації, розробник та інші атрибути. Перевагою цього підходу є можливість формування рекомендацій навіть за відсутності великої кількості користувацьких оцінок. Недоліком є обмежена різноманітність рекомендацій, оскільки система пропонує переважно схожі об'єкти. Колаборативна фільтрація використовує історію взаємодії користувачів із контентом. Алгоритм визначає схожих користувачів або схожі об'єкти та формує рекомендації на основі колективного досвіду. Такий підхід демонструє високу точність за наявності великого обсягу даних, проте має труднощі при роботі з новими користувачами та новими іграми. Для нішевих платформ характерними є проблема холодного старту та розрідженість даних. У першому випадку система не має достатньої інформації для формування рекомендацій новим користувачам або для нових продуктів. У другому випадку кількість взаємодій між користувачами та контентом є недостатньою для ефективної роботи алгоритмів колаборативної фільтрації. З огляду на зазначені недоліки найбільш перспективним рішенням є використання гібридних рекомендаційних систем, які поєднують переваги різних підходів та забезпечують вищу якість рекомендацій.

Для онлайн-сервісу українських комп'ютерних ігор доцільним є застосування гібридного алгоритму, що поєднує контентну та колаборативну фільтрацію. На першому етапі для кожної гри формується вектор ознак. До нього включаються стандартні характеристики, такі як жанр, тип гри, підтримувані платформи та рейтинг користувачів. Додатково враховуються специфічні для українського ринку параметри:

- наявність української локалізації;
- українське походження розробника;
- використання українського культурного контексту;

- підтримка української спільноти.

Для визначення схожості між іграми використовується косинусна міра подібності. Вона дозволяє оцінити ступінь близькості між векторами ознак та визначити найбільш релевантні рекомендації.

На другому етапі застосовується колаборативна фільтрація на основі методу k -найближчих сусідів (k -NN). Для кожного користувача визначається група користувачів зі схожими вподобаннями, після чого здійснюється прогнозування потенційно цікавих ігор. Підсумковий рейтинг рекомендації визначається як зважена сума результатів обох методів: $R = \alpha R_c + \beta R_k + \gamma R_u$, де R_c — оцінка контентної фільтрації; R_k — оцінка колаборативної фільтрації; R_u — оцінка локальних атрибутів; α, β, γ — вагові коефіцієнти.

Введення додаткового компонента R_u дозволяє підвищити видимість українських проєктів без істотного погіршення релевантності рекомендацій.

Запропонована система складається з декількох функціональних модулів:

1. Модуль збору даних про ігри та поведінку користувачів.
2. База даних контенту та історії взаємодій.
3. Модуль формування профілів користувачів.
4. Підсистема обчислення схожості об'єктів.
5. Підсистема колаборативної фільтрації.
6. Модуль ранжування рекомендацій.
7. Інтерфейс представлення результатів.

Після реєстрації користувача система формує початковий профіль на основі обраних жанрових уподобань. Надалі профіль автоматично уточнюється відповідно до переглядів, оцінок та завантажень ігор.

Використання такої архітектури забезпечує масштабованість сервісу та можливість інтеграції додаткових алгоритмів машинного навчання в майбутньому.

Для оцінювання якості рекомендацій доцільно використовувати стандартні офлайн-метрики:

- Precision — частка релевантних рекомендацій серед запропонованих;
- Recall — частка знайдених релевантних об'єктів;
- F1-score — гармонійне середнє між Precision та Recall;

- Mean Average Precision (MAP);
- Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG).

Проведений аналіз показує, що використання гібридного підходу дозволяє підвищити точність рекомендацій порівняно з окремим застосуванням контентної або колаборативної фільтрації. Крім того, врахування локальних атрибутів позитивно впливає на рекомендацію нових українських проєктів та частково усуває проблему холодного старту.

Отже, у статті досліджено особливості побудови рекомендаційних систем для онлайн-сервісів українських комп'ютерних ігор. Встановлено, що використання лише контентної або колаборативної фільтрації не забезпечує достатньої ефективності в умовах нішевого ринку та обмеженого обсягу даних. Запропоновано гібридний підхід, який поєднує аналіз характеристик ігор, поведінки користувачів та специфічних атрибутів українського контенту. Використання додаткових вагових коефіцієнтів для локалізації та культурного походження дозволяє покращити підтримку національних проєктів і підвищити якість рекомендацій. Отримані результати можуть бути використані при створенні спеціалізованих платформ дистрибуції українських комп'ютерних ігор.

Список використаних джерел та літератури

1. Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook. 3rd ed. New York : Springer, 2022. 1550 p.
2. Aggarwal C. C. Recommender Systems: The Textbook. Cham : Springer, 2016. 498 p.
3. Adomavicius G., Tuzhilin A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2005. Vol. 17, No. 6. P. 734–749.
4. Schafer J. B., Frankowski D., Herlocker J., Sen S. Collaborative Filtering Recommender Systems. The Adaptive Web. Berlin : Springer, 2007. P. 291–324.
5. Bobadilla J., Ortega F., Hernando A., Gutiérrez A. Recommender Systems Survey. Knowledge-Based Systems. 2013. Vol. 46. P. 109–132.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 775 p.

7. Han J., Kamber M., Pei J. Data Mining: Concepts and Techniques. 4th ed. Burlington : Morgan Kaufmann, 2022. 740 p.

Кармазін Василь,
*здобувач першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти фізико-математичного
факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*
Науковий керівник: *Нежуренко Олександр,
кандидат технічних наук, старший
викладач кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій, Житомирський
державний університет імені Івана
Франка, м. Житомир*

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ БРАУЗЕРНИХ СЕРЕДОВИЩ

На сучасному етапі розвитку вебтехнологій браузерні ігрові застосунки еволюціонували від простих двовимірних аркад до складних багатокористувацьких систем.

Завдяки впровадженню стандартів HTML5, WebGL та WebAssembly сучасні браузери стали повноцінними платформами для виконання ресурсоемних обчислень у режимі реального часу. У зв'язку зі зростанням вимог користувачів до якості графіки та швидкодії значно збільшуються обсяги обчислень, які необхідно виконувати під час роботи ігрового циклу.

Особливо актуальною є проблема забезпечення стабільної продуктивності браузерних ігор в умовах однопотокової природи виконання JavaScript та обмеженості апаратних ресурсів клієнтського пристрою. Для підтримання стабільної частоти оновлення зображення на рівні 60 FPS усі обчислення та рендеринг кадру мають виконуватися менш ніж за 16,6 мс.

Під час виникнення пікових навантажень, зокрема при генерації великої кількості ігрових сутностей, використання класичних об'єктно-орієнтованих підходів призводить до надмірного навантаження на збирач сміття (Garbage Collector), збільшення споживання пам'яті та виникнення

мікрозатримок (jank). Для мінімізації зазначених проблем у сучасній розробці активно застосовуються архітектурні підходи Entity Component System (ECS) та Object Pooling.

Метою роботи є розроблення імітаційної моделі браузерного ігрового застосунку для дослідження впливу архітектурних рішень на продуктивність ігрового циклу в умовах високих навантажень.

Наукова новизна роботи полягає у створенні імітаційної моделі оцінювання продуктивності браузерного ігрового циклу, яка забезпечує динамічне порівняння класичного об'єктно-орієнтованого підходу та архітектури Entity Component System із використанням механізму Object Pooling. Запропонована модель дає змогу визначати критичні навантаження системи, аналізувати вплив керування пам'яттю на стабільність FPS та оцінювати ефективність оптимізації структури даних у браузерних середовищах.

Для дослідження процесів деградації продуктивності браузерних ігор було проаналізовано структуру життєвого циклу кадру. Загальний час генерації кадру включає затримку введення, час оновлення ігрової логіки та фізики, а також час рендерингу графіки засобами WebGL або Canvas API.

Якщо сумарний час перевищує 16,6 мс, система переходить у нестабільний стан, що супроводжується пропуском кадрів та погіршенням користувацького досвіду.

Для практичного підтвердження теоретичних положень було розроблено спеціалізований вебзастосунок «Моніторинг продуктивності ігрового циклу». Архітектура моделі базується на підході Data-Oriented Design та включає:

- генератор ігрових сутностей;
- модуль імітації рендерингу;
- систему профілювання навантаження CPU;
- підсистему Object Pooling;
- ECS-архітектуру обробки компонентів.

У процесі експериментального моделювання встановлено, що за використання класичного створення об'єктів система переходить у нестабільний стан при досягненні приблизно 3500 активних сутностей. При цьому спостерігається значне навантаження на процесор і збільшення часу обробки кадру.

Використання ECS та Object Pooling забезпечило оптимізацію доступу до пам'яті завдяки лінійному розміщенню компонентів та повторному використанню об'єктів. Це дозволило зменшити кількість операцій виділення пам'яті та мінімізувати вплив Garbage Collector на основний потік виконання.

Результати стрес-тестування показали, що без оптимізації при навантаженні понад 10 000 сутностей частота кадрів знижувалась до 15–18 FPS, а завантаження CPU перевищувало 95 %. Після активації ECS та Object Pooling частота кадрів стабілізувалась у межах 55–60 FPS навіть за значної кількості активних елементів.

У результаті дослідження встановлено, що продуктивність браузерних ігрових застосунків суттєво залежить від ефективності керування пам'яттю та організації обчислювального процесу. Розроблена імітаційна модель дозволила візуалізувати процеси деградації продуктивності та оцінити вплив архітектурних рішень на стабільність ігрового циклу.

Експериментально підтверджено, що використання архітектури Entity Component System у поєднанні з механізмом Object Pooling забезпечує зменшення навантаження на Garbage Collector, стабілізацію FPS та підвищення ефективності використання ресурсів процесора в умовах високого навантаження.

Список використаних джерел та літератури

1. Нюстром Р. Шаблони програмування ігор. Київ : Програмування, 2014. 354 с.
2. Фрімен Е., Робсон Е. HTML5: розробка вебдодатків. Київ : Діалектика, 2012. 640 с.
3. Gregory J. Game Engine Architecture. 3rd ed. Boca Raton : CRC Press, 2018. 1240 p.
4. МакФарланд Д. JavaScript та jQuery. Вичерпний посібник. Київ : Форс, 2015. 880 с.

Козачок Назар

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету*

*Науковий керівник: Кривонос Олександр Миколайович,
кандидат педагогічних наук, доцент*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ПРОЄКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА АРХІТЕКТУРНОГО ОБ'ЄКТА В СЕРЕДОВИЩІ SKETCHUP

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій диктує нові підходи до збереження архітектурної спадщини та проєктування будівель. Тривимірне моделювання перетворилося на ключовий інструмент у цій сфері. Щоб створити точну цифрову копію (так званий цифровий двійник) реально існуючої споруди, фахівці зазвичай звертаються до спеціалізованих програм та методів проєктивної геометрії [1]. Наше дослідження присвячене теоретичному обґрунтуванню створення 3D-моделей на базі растрових зображень, а також описує практичний досвід розробки екстер'єру головного корпусу Житомирського державного університету імені Івана Франка за допомогою інструментарію SketchUp [2].

Будь-яка 3D-сцена у середовищі SketchUp концептуально базується на полігональній сітці. З точки зору математики її можна описати як граф із множиною вершин, ребер та граней [1]. За умови відсутності отворів у замкнених об'єктах, ці складові підпорядковуються відомій теоремі Ейлера про характеристику многогранника. Переміщення, масштабування чи обертання об'єктів у просторі реалізується через механізми лінійної алгебри, зокрема через множення векторів координат на матриці перетворення [1]. Варто окремо зазначити, що рушій програми чудово оптимізований для роботи з площинами (базовий алгоритм Push/Pull). Він не витрачає зайву оперативну пам'ять на прорахунок внутрішнього об'єму тіл, якщо користувач не дав такої прямої вказівки [2].

Коли виникає потреба змодельовати існуючі екстер'єри, аналіз звичайних фотографій виступає одним із найдієвіших методів [3]. Вбудований алгоритм Match Photo (Фотовідповідність) дає можливість

"прив'язати" віртуальну камеру програми до параметрів реального об'єктива. Цей механізм працює завдяки пошуку точок сходу (Vanishing Points). Оскільки паралельні просторові лінії завжди сходяться в одній точці на проєкції, система за допомогою цих перетинів успішно обчислює кут огляду, лінію горизонту та просторову орієнтацію камери [3].

Практична частина роботи над створенням двійника ЖДУ імені Івана Франка стартувала з етапу збору вихідних даних. Складна П-подібна архітектура корпусу робила звичайні ручні виміри вкрай неефективними. Тому ми застосували супутникові ортофотоплани з сервісу Google Earth, які допомогли чітко зафіксувати загальні пропорції та орієнтацію фундаменту [3]. Далі, активувавши Match Photo, ми вручну сумістили напрямні осі інтерфейсу з реальними карнизами та вікнами на референсних знімках [2]. Зафіксувавши початок координат у нижньому куті центрального входу, ми отримали математично правильну перспективу для подальшого витягування площин.

Окремим технологічним викликом стала оптимізація продуктивності. Велика кількість архітектурних деталей на фасаді створювала суттєве навантаження на оперативну (RAM) та відеопам'ять (VRAM) [1]. Щоб уникнути зависань, ми структурували сцену за допомогою тегів і застосували компонентний підхід до повторюваних елементів (вікна, двері, пілястри). Це реалізує патерн проєктування «Легковаговик» (Flyweight), завдяки якому екземпляри не дублюються в пам'яті як нова унікальна геометрія [1]. Для досягнення високої фотореалістичності було використано метод проєктивного текстуровання: функція Project Textures from Photo автоматично переносила пікселі з фотографій на 3D-модель, враховуючи викривлення перспективи [3].

Отримана цифрова копія головного корпусу є цілком універсальним активом. Експортувавши геометрію у формат FBX, модель можна без проблем перенести в ігрові рушії на кшталт Unreal Engine 5 для подальшого створення інтерактивних VR-екскурсій [2]. А якщо додатково переконатися, що сітка є повністю "водонепроникною" (замкненою), збереження у форматі STL дозволить безпосередньо роздрукувати фізичний макет на 3D-принтері [1]. Зрештою, комбінація методів проєктивної геометрії та грамотної оптимізації полігонів у SketchUp

підтвердила свою ефективність для завдань цифрової реконструкції архітектури.

Список використаних джерел та літератури

1. Власов В. В. Алгоритми комп'ютерної 3D-графіки та просторові матричні перетворення. Київ: Наукова думка, 2019. 215 с.
2. Скворцов О. В. Основи 3D-моделювання у програмному комплексі SketchUp. Одеса: Бахва, 2020. 156 с.
3. Wu J. Photogrammetry and Match Photo techniques in Architecture. Journal of Digital Modeling, 2021. Vol. 14, no. 3. P. 112–125.

Колісніченко Максим

здобувач другого(магістерського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету

Науковий керівник: Зіновчук Андрій,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ДИФУЗІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Останні десять років штучний інтелект кардинально змінив те, як ми працюємо з цифровим контентом. Особливо захоплюючим є напрямок генеративних моделей. Це не просто програми, що аналізують дані; це фактично цифрові художники, здатні створювати абсолютно нові об'єкти, зокрема, зображення. Серед них справжніми зірками стали дифузійні моделі. Вони поєднують у собі дві ключові якості: надзвичайно високу якість зображень і стабільність у процесі їх створення. Завдяки цьому, ШІ-картинки вже давно вийшли за межі експериментів і активно використовуються в реальних сферах — від реклами та дизайну до навчальних матеріалів. Цей успіх викликає величезний інтерес до того, як ці моделі працюють і, найголовніше, як їх навчити робити саме те, що потрібно конкретному користувачу чи бізнесу.

Сьогодні нам потрібен якісний візуальний контент, і потрібен він дуже швидко. Дифузійні моделі – це відповідь на цей запит. Але для

практичного застосування недостатньо лише красивої картинки. Вона має відповідати стилю, тематиці та контексту.

Хоча ці моделі універсальні, без додаткового налаштування вони можуть видавати результати, які лише частково задовольняють очікування. Іншими словами, ШІ може створити гарний пейзаж, але не "саме той" пейзаж, що потрібен для вашої рекламної кампанії. Тому стає критично важливим дослідити, як адаптувати ці моделі та які параметри є найбільш чутливими до налаштування.

Перші дифузійні моделі ґрунтувалися на ідеї поступового "зашумлення" даних і потім їхнього відновлення. Підхід Denoising Diffusion Probabilistic Models (DDPM) став справжньою відправною точкою, показавши, що цей процес працює.

Потім вчені почали думати про ефективність. Так з'явилися латентні дифузійні моделі, які перенесли процес генерації у стислий простір. Це дозволило створювати якісні зображення, використовуючи менше обчислювальних ресурсів. Проте, більшість наукових зусиль досі зосереджені на архітектурі, тоді як практичні поради щодо адаптації та вибору оптимальних параметрів часто залишаються несистематизованими.

Дифузійні моделі — це як цифровий скульптор, що працює у два етапи:

1. Прямий процес (Руйнування): Поступове додавання випадкового шуму до зображення, поки воно повністю не перетвориться на хаос.

2. Зворотний процес (Відновлення): Нейронна мережа навчається виконувати протилежну дію — крок за кроком відновлювати початкове зображення з цього шуму.

Для цього відновлення найчастіше використовується архітектура U-Net, яка вміє ефективно працювати як із загальними контурами зображення, так і з дрібними деталями.

Сучасні дифузійні моделі являють собою складні багаторівневі системи, ефективність яких залежить від узгодженої роботи декількох компонентів. До основних структурних елементів належать модуль кодування даних, механізм додавання шуму, нейронна мережа для прогнозування шумової складової та алгоритм зворотної дифузії. Такий підхід дозволяє розглядати процес генерації зображень як послідовність

керованих перетворень, де кожен етап впливає на якість кінцевого результату.

Важливою особливістю сучасних моделей є використання трансформерних механізмів уваги. Завдяки механізму self-attention модель здатна враховувати взаємозв'язки між віддаленими частинами зображення, що позитивно впливає на узгодженість композиції та деталізацію окремих об'єктів. Поєднання архітектури U-Net із блоками уваги стало одним із ключових факторів успіху сучасних генеративних систем.

З позицій системного аналізу дифузійну модель можна розглядати як систему з багатьма вхідними параметрами та одним інтегральним результатом – згенерованим зображенням. Вхідними даними виступають текстовий опис, випадковий шум, параметри семплера та конфігурація моделі. Вихідні характеристики визначаються рівнем деталізації, відповідністю текстовому опису, художньою якістю та відсутністю артефактів. Такий підхід дозволяє формалізувати процес дослідження та проводити порівняння різних методів адаптації на основі єдиних критеріїв.

Одним із важливих напрямків розвитку є мультимодальна інтеграція. Сучасні системи здатні використовувати не лише текстові підказки, але й ескізи, фотографії, карти глибини, маски сегментації та інші типи вхідних даних. Це розширює можливості керування процесом генерації та дозволяє отримувати результати, максимально наближені до потреб користувача.

Практична цінність генеративних систем значною мірою визначається можливістю їх адаптації до конкретних предметних областей. У більшості випадків базова модель навчається на універсальних наборах даних і демонструє хороші результати для широкого спектра завдань. Однак для створення корпоративного контенту, спеціалізованих ілюстрацій або роботи з унікальними стилями необхідне додаткове налаштування.

Одним із найефективніших методів є DreamBooth. Його перевага полягає у можливості навчити модель розпізнавати новий об'єкт за невеликою кількістю прикладів. Це особливо актуально для створення рекламних матеріалів, де необхідно генерувати зображення конкретного продукту в різних умовах та стилях.

Іншим популярним підходом є Low-Rank Adaptation (LoRA). Метод передбачає навчання невеликої кількості додаткових параметрів без зміни

основних ваг моделі. Завдяки цьому суттєво скорочуються вимоги до обчислювальних ресурсів та часу навчання. Крім того, LoRA-модулі можна легко комбінувати між собою, створюючи нові стилі та художні ефекти.

Метод Textual Inversion використовує інший принцип. Він формує спеціальні текстові токени, які кодують певний стиль, об'єкт або концепцію. У результаті користувач може викликати необхідний образ за допомогою короткої текстової команди. Такий підхід є особливо корисним для дизайнерів та художників, які прагнуть швидко відтворювати власний візуальний стиль.

Останнім часом активно розвиваються комбіновані методи адаптації, що поєднують переваги кількох підходів. Наприклад, використання LoRA разом із ControlNet дозволяє одночасно налаштовувати художній стиль та точно контролювати структуру майбутнього зображення. Подібні рішення демонструють високу ефективність у виробничих середовищах.

У сфері цифрового маркетингу дифузійні моделі використовуються для автоматизованого створення рекламних банерів, ілюстрацій для соціальних мереж та концептуальних зображень для брендів. Це дозволяє значно скоротити витрати часу на розробку візуального контенту та оперативно адаптувати матеріали під різні цільові аудиторії.

У галузі комп'ютерних ігор генеративні системи застосовуються для створення концепт-арту, текстур, персонажів та елементів віртуального середовища. Використання адаптованих моделей дає можливість підтримувати єдиний художній стиль проєкту та прискорювати процес розробки.

В освітній сфері дифузійні моделі використовуються для автоматичного створення ілюстративних матеріалів, навчальних схем та візуалізацій складних процесів. Генерація зображень за текстовим описом дозволяє викладачам швидко отримувати наочні матеріали без залучення професійних дизайнерів.

Перспективним напрямком є використання дифузійних моделей у медицині. Зокрема, вони можуть застосовуватися для синтезу медичних зображень, розширення навчальних вибірок та моделювання рідкісних патологій. Це сприяє покращенню якості діагностичних систем та підвищенню ефективності навчання медичних моделей штучного інтелекту.

Попри значні переваги, дифузійні моделі мають низку обмежень. Насамперед це високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Навіть при використанні оптимізованих архітектур генерація складних зображень може потребувати значного часу та потужних графічних процесорів.

Іншою проблемою є контроль достовірності результатів. Модель може генерувати об'єкти з анатомічними або логічними помилками, особливо у складних сценах з великою кількістю деталей. Для мінімізації таких ризиків використовуються додаткові методи постобробки та системи контролю якості.

Важливими залишаються також етичні та правові аспекти. Генерація контенту може порушувати авторські права, створювати ризики поширення дезінформації або використовуватися для створення підроблених зображень. Саме тому сучасні дослідження дедалі більше уваги приділяють питанням прозорості моделей, маркування згенерованого контенту та розробці механізмів відповідального використання штучного інтелекту.

Подальший розвиток дифузійних моделей пов'язаний із підвищенням швидкості генерації, зменшенням вимог до апаратних ресурсів та покращенням можливостей керування процесом створення контенту. Очікується активне впровадження нових архітектур, які поєднуюватимуть переваги трансформерів та дифузійних підходів. Особливий інтерес викликає інтеграція генерації зображень із мультимодальними системами штучного інтелекту. Такі рішення дозволять створювати комплексний контент, що одночасно включатиме текст, графіку, аудіо та відео. У перспективі це може стати основою нових інтелектуальних платформ для автоматизованого виробництва цифрового контенту в різних сферах діяльності.

Список використаних джерел та літератури

1. Sanseviero O., Cuenca P., Passos A., Whitaker J. *Hands-On Generative AI with Transformers and Diffusion Models*. Sebastopol : O'Reilly Media, 2024. 418 p. ISBN 9781098149246.
2. Tomczak J. M. *Deep Generative Modeling*. 2nd ed. Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. 876 p. DOI: 10.1007/978-3-031-64087-2.
3. Kulkarni A., Shivananda A., Kulkarni A., Gudivada D. *Applied Generative AI for Beginners: Practical Knowledge on Diffusion Models*,

ChatGPT, and Other LLMs. New York : Apress, 2023. 412 p. DOI: 10.1007/978-1-4842-9994-4.

4. Fregly C., Barth A., Eigenbrode S. *Generative AI on AWS: Building Context-Aware Multimodal Reasoning Applications*. Sebastopol : O'Reilly Media, 2023. 312 p.

5. Bahree A. *Generative AI in Action*. Shelter Island : Manning Publications, 2024. 424 p.

Малишева Лариса,

*здобувачка освіти першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

Постова Світлана

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій, Житомирський
державний університет імені Івана
Франка, м. Житомир*

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРО АЛГОРИТМИ ДІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В умовах зростання кількості надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру особливого значення набуває оперативне інформування населення щодо правил безпечної поведінки. Одним із сучасних засобів поширення інформації є чат-боти, які забезпечують швидкий доступ до необхідних відомостей через популярні месенджери. Серед сучасних платформ для створення ботів важливе місце займає Telegram, що надає розвинений програмний інтерфейс, підтримує інтерактивні меню та забезпечує високу швидкість обміну повідомленнями. Використання Telegram-ботів дозволяє автоматизувати процес надання довідкової інформації та зробити її доступною для широкого кола користувачів. Метою роботи є проєктування та розробка Telegram-бота для інформування населення про алгоритми дій у

надзвичайних ситуаціях із використанням сучасних засобів програмної інженерії та мови програмування Python.

Чат-боти являють собою програмні системи, призначені для автоматизованої взаємодії з користувачами за допомогою текстових повідомлень або інтерактивних елементів інтерфейсу. Вони широко застосовуються в інформаційних системах, службах підтримки, електронній комерції та освітніх проєктах. Для створення довідкового сервісу було обрано платформу Telegram завдяки її популярності, кросплатформеності та наявності відкритого Telegram Bot API. Використання ботів у сфері цивільного захисту дозволяє забезпечити швидкий доступ до структурованої інформації про порядок дій у різних надзвичайних ситуаціях, таких як пожежі, повітряні тривоги, хімічні аварії чи інші загрози. Під час проєктування системи були визначені основні функціональні вимоги: надання довідкової інформації за категоріями надзвичайних ситуацій, підтримка навігації за допомогою меню, збереження інформації у базі даних та забезпечення простоти використання для кінцевого користувача. На основі проведеного аналізу було розроблено архітектуру Telegram-бота, яка включає користувацький інтерфейс, модуль обробки повідомлень, логіку роботи системи та базу даних (рис. 1).

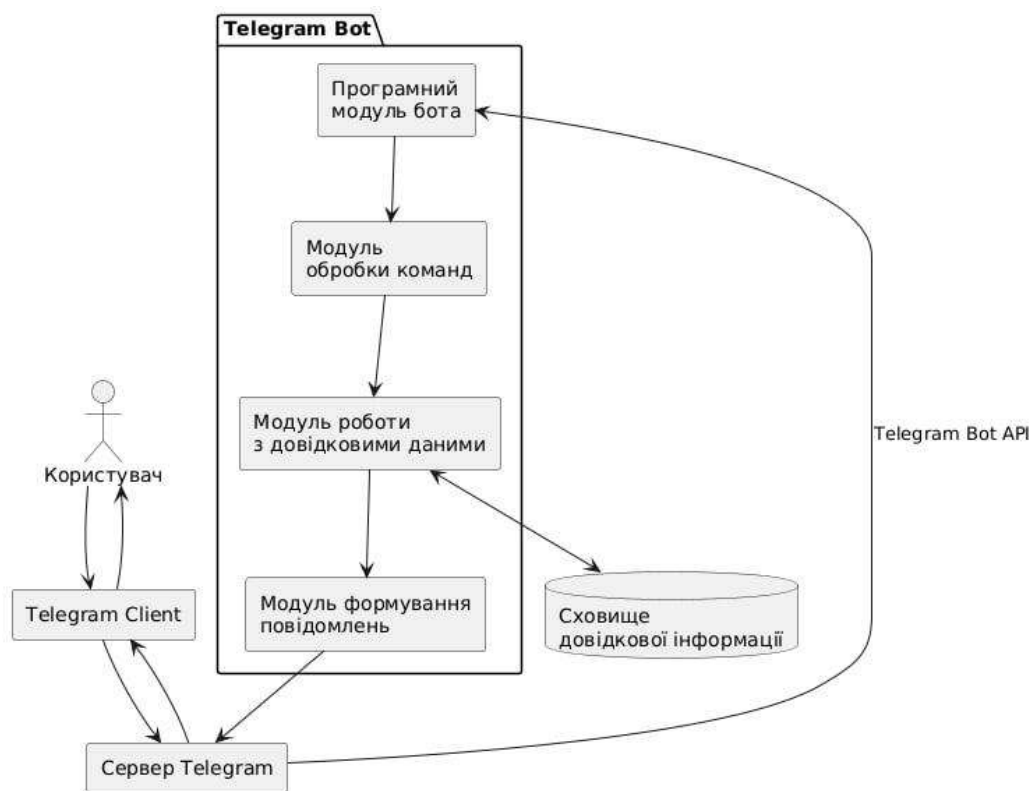


Рис. 1. Структурна схема архітектури Telegram-бота

Архітектура системи побудована за модульним принципом. Користувач взаємодіє з ботом через месенджер Telegram. Отримані повідомлення передаються до Telegram API, після чого обробляються програмним модулем, реалізованим мовою Python. Логічний модуль аналізує запити користувача, визначає необхідний сценарій роботи та звертається до бази даних для отримання відповідної інформації. Після обробки даних формується відповідь, яка надсилається користувачу через Telegram API. Запропонована архітектура забезпечує масштабованість системи, спрощує її супровід та дозволяє розширювати функціональні можливості шляхом додавання нових модулів або категорій надзвичайних ситуацій. Для організації зберігання інформації була спроектована база даних, яка містить відомості про типи надзвичайних ситуацій, алгоритми дій та службову інформацію, необхідну для функціонування бота.

Для забезпечення коректної взаємодії з користувачами було розроблено алгоритм роботи системи (рис. 2).

Робота бота починається з отримання команди запуску від користувача. Після цього система виводить головне меню, яке містить перелік доступних категорій надзвичайних ситуацій. Користувач обирає потрібний розділ, після чого бот виконує пошук відповідної інформації у базі даних. У разі успішного знаходження даних користувачу надсилається структурована інструкція щодо алгоритму дій у вибраній ситуації. Якщо необхідна інформація відсутня, система повідомляє про неможливість виконання запиту та пропонує повернутися до головного меню.

Після отримання відповіді користувач може продовжити роботу з ботом, обравши інший розділ або завершивши сеанс взаємодії. Такий підхід забезпечує простоту використання та швидке отримання необхідної інформації.

Програмна реалізація бота виконана мовою Python із використанням бібліотек для роботи з Telegram Bot API. Вибір Python обумовлений простотою розробки, широким набором готових бібліотек та можливістю швидкого створення мережевих застосунків. Функціонал системи включає обробку команд користувача, навігацію за допомогою інтерактивних кнопок, отримання інформації з бази даних та формування відповідей у зручному текстовому форматі. Для перевірки працездатності програмного продукту було проведено функціональне тестування. Під час тестування

перевірялися коректність запуску бота, робота меню, обробка користувацьких запитів, отримання даних із бази даних та формування відповідей. Результати тестування підтвердили стабільну роботу системи та відповідність реалізованого функціоналу встановленим вимогам.



Рис. 2. Алгоритм функціонування Telegram-бота

У результаті виконаної роботи було спроектовано та реалізовано Telegram-бот для інформування населення про алгоритми дій у надзвичайних ситуаціях. Проведено аналіз сучасних технологій створення чат-ботів, сформульовано вимоги до системи, розроблено архітектуру програмного забезпечення та алгоритм його функціонування. Практична

реалізація засобами Python підтвердила можливість створення ефективного інструмента оперативного інформування населення. Проведене тестування показало коректність роботи програмного продукту та його готовність до подальшого впровадження й розвитку. Розроблений бот може використовуватися у діяльності освітніх установ, органів місцевого самоврядування та служб цивільного захисту для поширення актуальної довідкової інформації серед населення.

Список використаних джерел та літератури

1. Van Rossum G., Drake F. The Python Language Reference. Python Software Foundation, 2023. 254 p.
2. Raj S. Building Chatbots with Python: Using Natural Language Processing and Machine Learning. New York : Apress, 2018. 206 p.
3. Bird S., Klein E., Loper E. Natural Language Processing with Python. Sebastopol : O'Reilly Media, 2009. 504 p.
4. Dahl D. Natural Language Understanding with Python. Birmingham : Packt Publishing, 2023. 312 p.
5. Chun W. J. Core Python Programming. 2nd ed. Upper Saddle River : Pearson Education, 2006. 1136 p.
6. Lubanovic B. Introducing Python: Modern Computing in Simple Packages. 2nd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2021. 598 p.

Мельник Роза

здобувачка першого рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету,

Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир

Науковий керівник: Жуковський С.С.

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри комп'ютерних наук та

інформаційних технологій, Житомирський

державний університет імені Івана

Франка, м. Житомир

КВАНТОВА КРИПТОГРАФІЯ СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Актуальність теми зумовлена тим що сучасна криптографія базується на математичних задачах, таких як шифр RSA та ECC, які класичні

комп'ютери не можуть розв'язати. Але ситуація докорінно змінюється із розвитком квантових технологій, адже квантові алгоритми здатні зламати такий шифр за лічені години. Що створює реальну загрозу для безпеки всіх даних. Квантова криптографія, яка ґрунтується на законах фізики, дозволяє вийти на новий рівень безпеки.

Мета статті дослідити основи квантової криптографії, визначити плюси та мінуси застосування квантових ключів.

Квантова криптографія це принципово новий підхід у захисті даних. Основна ідея такого підходу полягає у Quantum Key Distribution (QKD) – квантова передача ключів, коли шифруються не повідомлення а ключ. Замість бітів така технологія використовує фотони світла, які не можливо клонувати або скопіювати. Будь-яка спроба перехопити або змінити такі фотони змінить їхній стан. На практиці така технологія передбачає встановлення надійних квантових каналів, які реалізуються через оптоволоконні лінії [4].

В основному квантову криптографію вирізняє принцип невизначеності Гайзенберґера який базується на тому що не можливо одночасно точно виміряти позицію та імпульс частинки. Та принцип суперпозиції який дозволяє усім квантовим бітам перебувати у всіх станах одночасно.

У 1984 році були сформульовані принципи квантової криптографії, де надано аргументи на користь безпечності даного способу, так виник перший протокол квантового шифрування Баннета-Брассарда (BB84) – названий на честь двох учених засновників та року випуску відповідно [2].

Загалом протокол BB84 працює за таким принципом відправник формує послідовність бітів(фотонів). Для кожного фотона він обирає одну з баз ректилінійну або діагональну. Натомість отримувач незалежного для цієї послідовності фотонів вибирає свій базис. Потім отримані результати порівнюються і ті базиси які зійшлись і створюють унікальний ключ. Загалом, якщо вся операція кодування пройшла добре без спроб злому то кількість базисів які співпали буде близько 50%, натомість якщо виникло багато помилок – це у свою чергу свідчить про спробу злому.

Останнім часом на ринок виходить все більше компаній, які пропонують реальні продукти побудовані на квантових ключах. Основними з таких компаній є Швейцарська компанія «ID Quantique», яка постачає на

ринок системи шифрування для фінансових установ та великих ІТ-інфраструктур. «Toshiba» відома японська компанія, яка починає тестувати QKD у своїх телеком-мережах. «QuintessenceLabs» – відома австралійська компанія, яка відома своїми новітніми інструментами квантової безпеки, зокрема генератор чисел на квантовій основі [3].

Хоч квантова криптографія і використовується та обіцяє великий прорив у майбутньому але наразі вона ще далека до ідеалу, та має певні обмеження. Основні з яких це вартість обладнання, адже потрібне обладнання для обслуговування квантових ключів дороге та складне в обслуговуванні. Оптичолоконні канали по яким передається потік фотонів має обмежену дальність і після 100-200 км передача стає ненадійно. Також варто зазначити що квантові системи дуже чутливі до шуму, коливань температури та середовища, тому застосування квантових технологій зараз більш популярне в супутниках. Характерними залишаються складнощі пов'язані зі зберіганням квантових ключів, адже вони вимагають високої стабільності квантового стану, що є викликом для сучасних технологій квантової пам'яті [1].

Наразі одним із основних напрямів розвитку у квантовій криптографії є квантові повторювачі – пристрої які будуть підсилювати сигнал. Що дасть змогу передавати сигнал на більші відстані. Ще одним напрямком розвитку є розробка нових протоколів квантової криптографії які забезпечать більшу безпеку передачі ключів.

Список використаних джерел та літератури

1. M. Lucamarini et al. Implementation Security of Quantum Cryptography Introduction, challenges, solutions. №27 2018. P.28. URL: https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp27_qkd_imp_sec_FINAL.pdf (Дата звернення: 10.05.2026)
2. М. Мережко Квантова криптографія: Революційний захист даних у добу квантових обчислень. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. 2023 URL: https://www.researchgate.net/publication/375792588_Kvantova_kriptografia_R_evolucijnij_zahist_danih_u_dobu_kvantovih_obcislen (Дата звернення: 09.05.2026)
3. М. Т. Мовчанюк, І. О. Бондаренко Квантова криптографія: революційний підхід до криптографії. Вінницький національний технічний

університет.

URL:

<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/40776/17400.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Дата звернення: 09.05.2026)

4. Основні положення квантової криптографії. Харківський національний університет радіоелектроніки. 2020 с.41. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/74c33fb2-c16a-49fb-953a-a659c592032a/content> (Дата звернення: 08.05.2026)

Чістілін Данило,
здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир
Науковий керівник: Мосіюк Олександр,
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій, Житомирський
державний університет імені Івана
Франка, м. Житомир

КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА АРХІТЕКТУРА ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО ТЕСТУВАННЯ

В епоху активного використання методологій DevOps та інструментарію CI/CD програмне забезпечення стає генератором величезних масивів даних, зокрема й у сфері тестування знань. Завдяки накопиченню інформації та аналізу великих масивів даних забезпечується досягнення виконання ряду важливих завдань: виявлення типових помилок, прогалин у знаннях та рівня сформованості компетентностей окремих студентів і навчальних груп загалом; аналіз статистичних показників виконання тестових завдань сприяє оцінюванню їхньої складності, дискримінативності, а також загальної якості; також отримані результати можуть використовуватися для адаптації навчального контенту, удосконалення методик викладання та персоналізації освітнього процесу.

Тим не менш, основний проблемний момент при розробці таких систем полягає в тому, щоб забезпечити високу точність верифікації та мінімізувати вплив так званих нестабільних (flaky) тестів.

У цьому контексті, метою дослідження є дослідження математичної моделі та клієнт-серверної архітектури інтелектуальних метрик для зменшення погрішності та складання якісної загальної верифікації.

У процесі вирішення цього важливого прикладного питання було розроблено клієнт-серверну архітектуру, що чітко оптимізує збір даних і мінімально впливає на виконання тестів (таблиця 1).

Зазвичай основою для такого аналізу виступають три рівні телеметрії: інфраструктурний (завантаження процесора та оперативної пам'яті), рівень додатку (логи й трейси) та тестовий рівень (час виконання окремих кроків). Щоб уникнути ефекту «спостерігача», який створює зайве навантаження та робить результати некоректними, варто зробити основний акцент на асинхронній передачі даних. Весь процес первинної обробки та конвертації логфайлів у формат JSON перенесено на серверну частину з використанням Node.js та Python.[0]

Таблиця 1. Рівні збору телеметрії в системі

Рівень телеметрії	Характеристика даних (Що збирається)	Мета аналізу
Інфраструктурний	Завантаження процесора (CPU) та оперативної пам'яті (RAM)	Виявлення "шуму" та апаратних затримок
Рівень додатку	Логи й трейси (конвертація у JSON)	Відстеження внутрішніх помилок у ПЗ
Тестовий	Час виконання окремих кроків тестування	Оцінка стабільності та швидкодії тестів

Важливою складовою надійності системи є чітка різниця між інфраструктурним «шумом» та фактичними дефектами у коді. Завдяки використанню Z-оцінки та правила «трьох сигм», де $Z = (x - \mu) / \sigma$, система фіксує аномальний спад продуктивності, якщо абсолютне значення Z

перевищує 3. Натомість для оцінки нестабільності конкретного тесту застосовується ентропійний підхід Шеннона, який вираховується за формулою $H(X) = - \sum P(x_i) \log_2 P(x_i)$. Вища ентропія вказує на нижчу діагностичну цінність тесту. Такий підхід дає змогу системі самостійно розрізняти апаратне перенавантаження та логічну деградацію. Крім того, для автоматизації пошуку першопричин збоїв (RCA) залучено методи векторизації стектрейсів (TF-IDF) та кластеризації за алгоритмом K means [2] (таблиця 2).

Отримавши такі підготовлені інструменти, система дозволяє достатньо швидко групувати купу розрізнених повідомлень у зрозумілі кластери за конкретними дефектами. Практика продемонструвала чудові результати: час на виявлення помилок (MTTD) було скорочено на 82% [3].

Таблиця 2. Залучені методи динамічного аналізу

Метод / Алгоритм	Ціль застосування
Z-оцінка та правило "трьох сигм"	Відділення інфраструктурного "шуму" від дефектів
Ентропія Шеннона	Оцінка нестабільності конкретного тесту
TF-IDF та K-means	Автоматизація пошуку першопричин збоїв (RCA)

Підводячи короткий підсумок зазначимо, що розроблений застосунок динамічного аналізу даних перетворює звичайне тестування на систему активного моніторингу якості продукту. Зроблений чіткий розподіл завдань між збором даних та їхньою аналітикою забезпечує стабільну роботу системи навіть з дуже великими масивами інформації. У майбутньому планується розширити функціонал системи шляхом поступової адаптації для інтелектуального предиктивного аналізу потенційних збоїв.

Список використаних джерел та літератури

1. Sterling. NodeJS and Angular Tools for JSON-LD. 2019.
2. Aizawa A. An information-theoretic perspective of tf-idf measures. 2003.

3. Zhang J., [Wang](#) Y., Wang Y., [Zhou](#) K., [Sebastian](#), and [Huang](#) P. Tier-Scrubbing: An Adaptive and Tiered Disk Scrubbing Scheme with Improved MTTD and Reduced Cost. 2020.

Секція 2. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКА ТА СТАТИСТИКИ

Андрійчук Ангеліна

здобувачка 4 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету

Науковий керівник: Коломієць Таміла

доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та

статистики,

доктор філософії в галузі математики та статистики,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА КУРС ЄВРО В УКРАЇНІ (2015-2025 РОКИ)

З огляду на вектор європейської інтеграції України, євро виступає фундаментальним інструментом зовнішньоекономічних розрахунків та формування валютних резервів. Аналіз динаміки курсу євро є першочерговим завданням для забезпечення фінансової стабільності, особливо в умовах значної залежності економіки від зовнішньої фінансової допомоги та коливань світових ринків. Актуальність теми підсилюється необхідністю оцінки реакції валютного ринку на дестабілізуючі макроекономічні чинники: інфляційний тиск, зростання зовнішньої заборгованості та волатильність міжнародних резервів. Статистичне моделювання курсових змін дозволяє не лише оцінити економічні дисбаланси, а й сформувати надійну базу для прогнозування, що є критично важливим для мінімізації фінансових ризиків та вдосконалення стратегічного планування[1–2].

Досліджуваний часовий ряд (2015–2025 роки) відзначається суттєвими коливаннями вартості євро, що зумовило необхідність ретельного структурування даних. У результаті опрацювання інформації з офіційних джерел[3–4] проведено аналіз показників динаміки за роками, результати якого представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Показники динаміки курсу євро за 2015–2025 роки

ік	урс	Абсолютний приріст (ланцюговий)	Абсолютний приріст (базисний)	Темп росту (ланцюговий %)	Темп приросту (ланцюговий %)	Абсолютне значення 1% приросту
015	4,2	-	-	-	-	-
016	8,23	4,03	4,03	116,6	16,65	0,2
017	0,01	1,78	5,81	106,3	6,31	0,2
018	2,13	2,12	7,93	107,0	7,06	0,3
019	8,91	-3,22	4,71	89,98	10,02	0,3
020	0,8	1,89	6,6	106,5	6,54	0,2
021	2,3	1,5	8,1	104,8	4,87	0,3
022	3,99	1,69	9,79	105,2	5,23	0,3
023	9,56	5,57	15,36	116,3	16,39	0,3
024	3,46	3,9	19,26	109,8	9,86	0,4
025	7,09	3,63	22,89	108,3	8,35	0,4

Довгострокова динаміка курсу євро протягом 2015–2025 років характеризується стійким зростаючим трендом щодо базисного періоду. Сумарний показник базисного абсолютного приросту наприкінці 2025 року сягнув 22,89 грн, що фактично свідчить про дворазове зростання вартості європейської валюти за досліджуваний період.

Траєкторія знецінення національної грошової одиниці відзначається неоднорідністю, про що свідчить волатильність ланцюгових абсолютних приростів. Найбільш інтенсивна фаза зростання курсу євро зафіксована у 2023 році: приріст склав 5,57 грн при темпі приросту 16,39%. Єдиною суттєвою відмінністю загального тренду став 2019 рік, коли спостерігалось відхилення курсу від основного тренду на 3,22 грн (темپ приросту:–10,02%), що відображає період короткострокового зміцнення гривні (рис. 1).

Послідовне зростання абсолютного вмісту 1% приросту (з 0,24 грн до 0,43 грн) вказує на суттєве збільшення «ціни» ринкових коливань. Це підтверджує, що сучасна волатильність має значно вищу економічну вагу, а будь-яке відсоткове зміцнення курсу чинить удвічі потужніший тиск на макроекономічні показники порівняно з початком періоду.

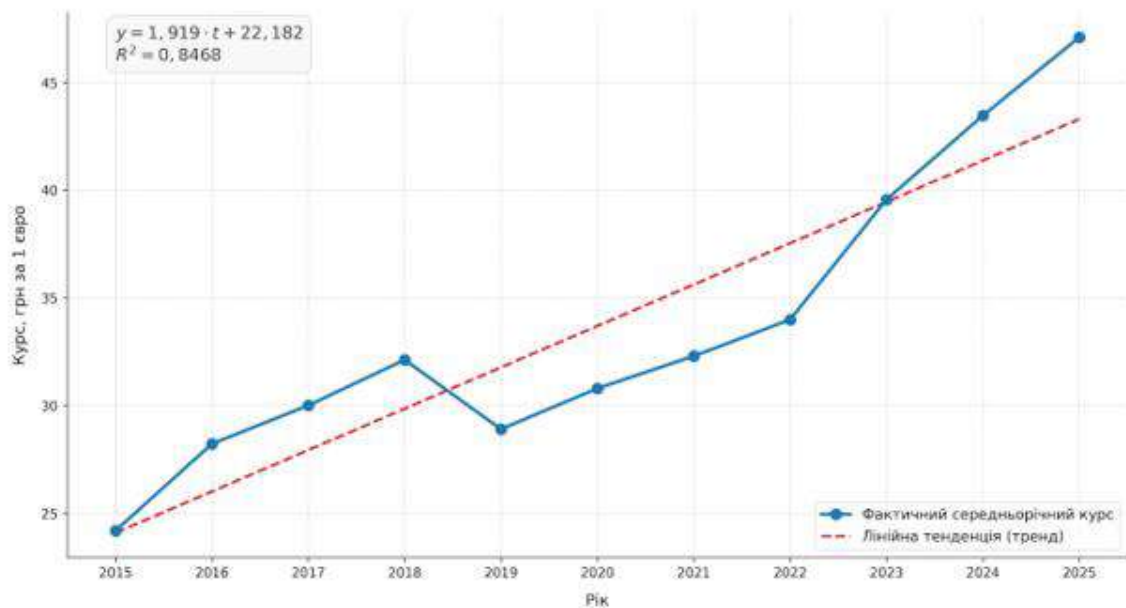


Рис. 1. Динаміка курсу євро за 2015–2025 роки.

З рис. 1 бачимо, що у 2019–2021 роках теоретично очікуваний рівень курсу євро був вищий за його реальний курс, що означає зміцнення національної валюти. У 2023–2025 роках спостерігаємо стрімке підвищення фактичного курсу євро. У 2025 році фактичне значення курсу євро значно випереджає теоретичне, що свідчить про дію потужних макроекономічних факторів. Оскільки лінійна модель лише частково пояснює сучасну волатильність ринку, виникає потреба у поглибленому дослідженні макроекономічних факторів впливу.

Для детальної оцінки ступеня впливу кожного обраного чинника на динаміку курсу євро проведено парний регресійний аналіз[5]. Результати побудови однофакторних лінійних моделей та їхні статистичні характеристики систематизовано в табл. 2.

Таблиця 2

*Результати попарного регресійного аналізу впливу
макроекономічних факторів на курс євро*

Фактор	Коефіцієнт	R ²	Вплив
X ₁ (ППП)	0,072	~0,05	слабкий
X ₂ (інфляція)	-0,11	~0,07	слабкий
X ₃ (борг)	0,018	~0,02	відсутній
X ₄ (резерви)	0,025	~0,04	слабкий
X ₅ (крос-курс)	0,38	~0,35	сильний

Результати проведеного парного регресійного аналізу демонструють низьку пояснювальну здатність та статистичну незначущість більшості макроекономічних індикаторів у контексті їхнього впливу на результативну ознаку. Водночас визначальною та найбільш стійкою факторною ознакою курсоутворення залишається крос-курс EUR/USD, який виявляє тісний і достовірний кореляційний зв'язок із вартістю європейської валюти на вітчизняному ринку. Така закономірність дозволяє стверджувати, що короткострокова динаміка курсу євро має зовнішню зумовлену природу і визначається переважно динамікою глобальних валютних ринків, тоді як вплив внутрішніх економічних параметрів залишається вторинним і статистично непідтвердженим.

Комплексне дослідження динаміки курсу євро в Україні за період 2015–2025 років дозволило встановити сталу тенденцію до знецінення національної грошової одиниці на 22,89 грн (в сумарному абсолютному прирості вартості валюти). Проведений аналіз підтвердив нелінійний характер цього процесу, де фази інтенсивного зростання чергувалися з

епізодичними проявами курсового зміцнення. Математичне обґрунтування через показник абсолютного вмісту 1% приросту продемонструвало зростання вартісної «ваги» волатильності майже вдвічі, що свідчить про критичне підвищення вразливості фінансової системи до ринкових коливань порівняно з початком періоду. Водночас результати регресійного моделювання довели, що короткострокові зміни курсу мають виражену зовнішньо зумовлену природу, де ключовим фактором впливу виступає глобальний крос-курс EUR/USD, тоді як вплив внутрішніх макроекономічних індикаторів залишається статистично слабким.

Таким чином, ефективне прогнозування та управління валютними ризиками в сучасних умовах потребує першочергового врахування світових ринкових трансформацій, оскільки вітчизняний ринок євро є глибоко інтегрованим у глобальний фінансовий контекст.

Список використаних джерел та літератури

1. Антіпов М. М. Дослідження факторів впливу на курс валют та методів їх прогнозування. *Інформатика, інформаційні системи та технології*: тези доповідей двадцять другої Всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 2025. С. 54-56.
2. Гронтковська Г. Е., Ряба О. І., Венцурик А. М., Красновська О. І. *Міжнародна економіка*: навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2014. 384 с.
3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 08.05.2026).
4. Національний банк України [Електронний ресурс]. URL: <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 08.05.2026).
5. Основи кореляційного та регресійного аналізу [Електронний ресурс]. URL: https://pchilka-litsei.in.ua/excel-book/basis_analysis.html (дата звернення: 08.05.2026).

*Богатко Олексій,
здобувач 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету,
Науковий керівник: Коломієць Таміла,
доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та
статистики, доктор філософії в галузі математики та статистики,
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ПОРІВНЯННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПРИРОДНОГО ПРИРОСТУ П'ЯТИ КРАЇН ЄВРОПИ 2020–2024 РОКІВ

Природний приріст відображає зростання, падіння або стагнацію населення країни. Це дуже важливий демографічний показник, який має сильний вплив на майбутнє тієї чи іншої країни. Коефіцієнт приросту знаходиться як різниця коефіцієнту народжуваності та коефіцієнту смертності. Для того, щоб знайти ці коефіцієнти потрібні дані чисельності населення країни, смертності та народжуваності. Перелік країн, які розглядаються у дослідженні – Німеччина, Іспанія, Франція, Польща та Великобританія [1, 2].

У 2020–2024 рр. динаміка чисельності населення у досліджуваних країнах була нерівномірною: найвищі темпи загального приросту зафіксовано у Великобританії (+3,81%) та Іспанії (+3,14%), тоді як у Франції приріст був помірним (+1,41%), а в Німеччині – мінімальним (+0,43%). Польща, на відміну від інших країн, демонструвала стале скорочення чисельності населення протягом усього періоду, а сумарне зменшення у 2024 р. порівняно з 2020 р. становило –2,55%. Якщо аналізувати щорічні зміни, то Іспанія та Великобританія мали найпомітніші позитивні темпи зростання, тоді як у Франції приріст залишався невисоким, а в Німеччині коливання були близькими до нульових значень. Отже, порівняльний аналіз показує, що у 2020–2024 рр. саме Польща вирізнялася депопуляційною тенденцією, тоді як інші країни зберігали позитивну динаміку чисельності населення різної інтенсивності (табл. 1, табл. 2).

Таблиця 1

Чисельність населення країн за 2020–2024 роки

Країна	2020	2021	2022	2023	2024
Німеччина	83 160 871	83 196 078	83 177 813	83 287 273	83 516 593
Іспанія	47 359 424	47 443 821	47 786 102	48 352 528	48 848 840
Франція	67 601 110	67 842 811	68 184 457	68 372 286	68 551 653
Польща	37 515 748	36 981 559	36 821 749	36 687 353	36 559 233
Великобританія	66 739 900	66 978 000	67 636 100	68 526 200	69 281 400

Таблиця 2

Динаміка населення країн за 2020–2024 роки

Країна	2021/2020	2022/2021	2023/2022	2024/2023	2024/2020
Німеччина	+0.04%	-0.02%	+0.13%	+0.28%	+0.43%
Іспанія	+0.18%	+0.72%	+1.19%	+1.03%	+3.14%
Великобританія	+0.36%	+0.98%	+1.32%	+1.10%	+3.81%
Франція	+0.36%	+0.50%	+0.28%	+0.26%	+1.41%
Польща	-1.42%	-0.43%	-0.36%	-0.35%	-2.55%

У 2020–2024 рр. динаміка смертності в досліджуваних країнах була неоднорідною. У Німеччині в 2021–2022 рр. спостерігалось зростання смертності, однак у 2023–2024 рр. показник почав знижуватися, хоча у 2024 р. він усе ще перевищував рівень 2020 р. на 2,25%. В Іспанії, Великобританії, Франції та Польщі у 2024 р. смертність виявилася нижчою, ніж у 2020 р., причому найбільше скорочення зафіксовано у Польщі та Іспанії. Отже, аналіз показує, що після пікових значень початку десятиліття в більшості досліджуваних країн сформувалася тенденція до зниження смертності, хоча інтенсивність цих змін була різною (табл. 3, табл. 4).

Таблиця 3

Смертність країн за 2020–2024 роки

Країна	2020	2021	2022	2023	2024
Німеччина	985 572	1 023 687	1 066 341	1 028 206	1 007 758
Іспанія	492 447	449 149	461 954	433 420	436 526
Франція	669 064	661 779	675 271	639 426	646 164
Польща	477 355	519 517	448 448	409 036	408 504
Великобританія	689 629	667 479	657 260	661 967	648 954

Таблиця 4

Динаміка смертності країн за 2020–2024 роки

Країна	2021/2020	2022/2021	2023/2022	2024/2023	2024/2020
Німеччина	+3.87%	+4.17%	-3.58%	-1.99%	+2.25%
Іспанія	-8.79%	+2.85%	-6.18%	+0.72%	-11.36%
Великобританія	-3.21%	-1.53%	+0.72%	-1.97%	-5.90%
Франція	-1.09%	+2.04%	-5.31%	+1.05%	-3.42%
Польща	+8.83%	-13.68%	-8.79%	-0.13%	-14.42%

У 2020–2024 рр. в усіх досліджуваних країнах спостерігалось загальне скорочення народжуваності, хоча інтенсивність цього процесу була різною. Найбільше зниження кількості народжених дітей зафіксовано в Польщі, де у 2024 р. показник був меншим за рівень 2020 р. на 29,13%, що свідчить про найбільш виражену кризу відтворення населення серед розглянутих держав. Значне скорочення також спостерігалось в Німеччині та Франції, тоді як в Іспанії та Великобританії спад був більш помірним. Отже, аналіз динаміки народжуваності підтверджує наявність загальноєвропейської тенденції до зменшення числа народжень, але її масштаби суттєво відрізняються залежно від країни (табл. 5, табл. 6).

Таблиця 5

Народжуваність країн за 2020–2024 роки

Країна	2020	2021	2022	2023	2024
Німеччина	773 144	795 492	738 819	692 989	677 117
Іспанія	340 635	336 823	328 704	319 830	317 255
Франція	735 775	742 602	726 533	678 333	661 236
Польща	355 309	331 511	305 132	272 451	251 782
Великобританія	681 560	694 685	673 275	656 969	659 856

Таблиця 6

Динаміка народжуваності країн за 2020–2024 роки

Країна	2021/2020	2022/2021	2023/2022	2024/2023	2024/2020
Німеччина	+2.89%	-7.13%	-6.20%	-2.29%	-12.42%
Іспанія	-1.15%	-2.41%	-2.71%	-0.58%	-6.73%
Великобританія	+1.93%	-3.08%	-2.42%	+0.44%	-3.17%
Франція	+0.93%	-2.16%	-6.55%	-2.58%	-10.96%
Польща	-6.70%	-7.66%	-10.71%	-7.59%	-29.13%

Коефіцієнти смертності та народжуваності розраховуються так: число померлих ділиться на чисельність населення, число народжених ділиться на чисельність населення (табл. 7 і 8). За цими показниками можна розрахувати природний приріст та зрозуміти, яка популяційна тенденція в країні (табл. 9).

Таблиці 7 і 8

Коефіцієнти смертності та народжуваності

Коефіцієнт смертності (Німеччина)				
1,185%	1,230%	1,282%	1,235%	1,207%
Коефіцієнт смертності (Іспанія)				
1,040%	0,947%	0,967%	0,896%	0,894%
Коефіцієнт смертності (Франція)				
0,990%	0,975%	0,990%	0,935%	0,943%
Коефіцієнт смертності (Польща)				
1,272%	1,405%	1,218%	1,115%	1,117%
Коефіцієнт смертності (Великобританія)				
1,033%	0,997%	0,972%	0,966%	0,937%

Коефіцієнт народжуваності (Німеччина)				
0,930%	0,956%	0,888%	0,832%	0,811%
Коефіцієнт народжуваності (Іспанія)				
0,719%	0,710%	0,688%	0,661%	0,649%
Коефіцієнт народжуваності (Франція)				
1,088%	1,095%	1,066%	0,992%	0,965%
Коефіцієнт народжуваності (Польща)				
0,947%	0,896%	0,829%	0,743%	0,689%
Коефіцієнт народжуваності (Великобританія)				
1,021%	1,037%	0,995%	0,959%	0,952%

Таблиця 9

Порівняльний аналіз коефіцієнтів природного приросту населення.

Коефіцієнт природного приросту населення (Німеччина)				
-0,255%	-0,274%	-0,394%	-0,402%	-0,396%
Коефіцієнт природного приросту населення (Іспанія)				
-0,321%	-0,237%	-0,279%	-0,235%	-0,244%
Коефіцієнт природного приросту населення (Франція)				
0,099%	0,119%	0,075%	0,057%	0,022%
Коефіцієнт природного приросту населення (Польща)				
-0,325%	-0,508%	-0,389%	-0,372%	-0,429%
Коефіцієнт природного приросту населення (Великобританія)				
-0,012%	0,041%	0,024%	-0,007%	0,016%

Аналіз коефіцієнтів природного приросту населення п'яти європейських країн свідчить про переважно депопуляційні тенденції. *Німеччина* демонструє стабільно від'ємні значення коефіцієнтів природного приросту населення протягом усього аналізованого періоду: -0,255%, -0,274%, -0,394%, -0,402%, -0,396%. Спостерігається чітка тенденція до поглиблення депопуляції – значення погіршуються від першого до четвертого року спостереження з незначною стабілізацією наприкінці. Це свідчить про стійке перевищення смертності над народжуваністю, що є характерною рисою демографічної ситуації в країні. Коефіцієнти природного приросту населення *Іспанії* також є від'ємними: -0,321%, -0,237%, -0,279%, -0,235%, -0,244%. На відміну від Німеччини, динаміка показника є менш лінійною – спостерігаються коливання без виразної тенденції до погіршення чи покращення. Середній рівень депопуляції є дещо нижчим, ніж у Німеччини, проте залишається значимим. *Франція* є єдиною країною з-поміж досліджуваних, яка зберігає додатні значення коефіцієнтів природного приросту: 0,099%, 0,119%, 0,075%, 0,057%, 0,022%. Незважаючи на позитивний характер показників, простежується чітка низхідна тенденція – від 0,099% у першому році до 0,022% у п'ятому. Це може свідчити про поступове вичерпання демографічного потенціалу та наближення до нульового природного

приросту. *Польща* демонструє найбільш виражені від'ємні значення серед усіх аналізованих країн: $-0,325\%$, $-0,508\%$, $-0,389\%$, $-0,372\%$, $-0,429\%$. Особливо помітним є різке погіршення у другому році спостереження ($-0,508\%$), після чого показник дещо стабілізується, хоча й залишається на критично низькому рівні. Це робить Польщу країною з найгострішою депопуляційною проблемою в даній вибірці. *Великобританія* вирізняється найменш вираженими відхиленнями від нуля: $-0,012\%$, $0,041\%$, $0,024\%$, $-0,007\%$, $0,016\%$. Значення коефіцієнтів балансують навколо нульової позначки, чергуючи незначні додатні та від'ємні величини. Це свідчить про практично нейтральний природний приріст – ситуацію демографічної рівноваги між народжуваністю та смертністю.

Отже, серед досліджуваних країн лише Франція зберігає позитивний природний приріст, тоді як Польща та Німеччина мають найбільш виражені депопуляційні процеси. Великобританія перебуває у стані відносної демографічної рівноваги, Іспанія займає проміжне положення. Загальна тенденція вибірки відображає характерну для Західної та Центральної Європи проблему природного скорочення населення.

Список використаних джерел та літератури

1. Eurostat [Електронний ресурс]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat>
2. ONS [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ons.gov.uk/>

Десятка Вікторія,

аспірант

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Севостьянов Євген,

доктор фізико-математичних наук, професор,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Галицька Аліна

здобувач другого (магістерського) рівня

Житомирський державний університет імені Івана Франка

ПРО НЕПЕРЕРВНЕ МЕЖОВЕ ПРОДОВЖЕННЯ КЛАСІВ ОРЛИЧА-СОБОЛЄВА¹

Означення і термінологія, які використовуються в тексті, можуть бути знайдені в монографіях [1] і [2]. Зокрема, тут можна знайти означення класів Соболева. У подальшому для локально інтегровного відображення $f = (f_1, \dots, f_m)$ ми пишемо $f \in W_{loc}^{1,\varphi}(D)$, якщо $f_i \in W_{loc}^{1,1}(D)$ і, крім того,

$$\int_G \varphi(|\nabla f(x)|) dm(x) < \infty$$

для будь-якої підобласті $G \subset D$ такої що $\bar{G} \subset D$, де $|\nabla f(x)| = \sqrt{\sum_{i,j} \left(\frac{\partial f_i}{\partial x_j}\right)^2}$.

Нагадаємо, що відображення $f: D \rightarrow \mathbb{R}^n$ називається *дискретним*, якщо $\{f^{-1}(y)\}$ для кожної точки $y \in \mathbb{R}^n$ складається лише з ізольованих точок, і *відкритим*, якщо образ кожної відкритої множини $U \subset D$ є відкритою множиною в $\mathbb{R}^n$. Надалі покладемо

$$C(f, x) := \{y \in \mathbb{R}^n : \exists x_k \in D : x_k \rightarrow x, f(x_k) \rightarrow y, k \rightarrow \infty\}$$

і $C(f, \partial D) = \bigcup_{x \in \partial D} C(f, x)$. У подальшому $\text{Int } A$ позначає множину всіх внутрішніх

точок множини $A \subset \mathbb{R}^n$. Нагадаємо, що множина $U \subset \mathbb{R}^n$ називається *околою точки* z_0 , якщо $z_0 \in \text{Int } A$. Будемо говорити, що функція $\varphi: D \rightarrow \mathbb{R}$ має

скінченне середнє коливання у точці $x_0 \in D$, пишемо $\varphi \in FMO(x_0)$, якщо

$$\limsup_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\Omega_n \varepsilon^n} \int_{B(x_0, \varepsilon)} |\varphi(x) - \bar{\varphi}_\varepsilon| dm(x) < \infty,$$

¹ Робота здійснена в рамках виконання проєкту Національного фонду досліджень України, назва проєкту «Аналоги теорем Каратеодорі і Кебе-Блоха для класів Орлича-Соболева», номер проєкту 2025.02/0010

де $\bar{\varphi}_\varepsilon = \frac{1}{\Omega_n \varepsilon^n} \int_{B(x_0, \varepsilon)} \varphi(x) dm(x)$. Для вимірної за Лебегом функції $Q: R^n \rightarrow [0, \infty]$

покладемо:

$$Q'(x) = \begin{cases} Q(x), & Q(x) \leq 1, \\ 1, & Q(x) > 1. \end{cases}$$

Позначимо через q'_{x_0} середнє інтегральне значення функції $Q'(x)$ на сфері $|x - x_0| = r$, а саме, $q'_{x_0}(r) := \frac{1}{\omega_{n-1} r^{n-1}} \int_{|x-x_0|=r} Q'(x) dH^{n-1}$. Будемо говорити, що межа ∂D області D в $\mathbb{R}^n$, $n \geq 2$, сильно досяжна відносно p -модуля в точці $x_0 \in \partial D$, якщо для будь-якого околу U цієї точки знайдеться її під окіл $V \subset U$, компактна множина $E \subset D$ і число $\delta > 0$ такі, що $M_p(\Gamma(E, F, D)) \leq \delta$ для довільних континуумів F у D , які одночасно перетинають як ∂U , так і ∂V . Покладемо

$$l(f'(x)) = \min_{h \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\}} \frac{|f'(x)h|}{|h|}, \quad J(x, f) = \det f'(x).$$

Визначимо для $x \in D$ та числа $\alpha \in [0, 1]$ внутрішню дилатацію відображення f у точці x порядку α :

$$K_{l, \alpha}(x, f) = \begin{cases} \frac{|J(x, f)|}{l(f'(x))^\alpha}, & J(x, f) \neq 0, \\ 1, & f'(x) = 0, \\ \infty, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

Є справедливим наступне твердження.

Теорема. Нехай $n \geq 3$, $\alpha \in (n-1, n]$, D і D' обмежені області в $\mathbb{R}^n$, нехай $b \in \partial D$, $Q: D \rightarrow [0, \infty]$ – вимірна за Лебегом функція і нехай $\varphi: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ – задана зростаюча функція. Крім того, нехай $f: D \rightarrow D'$ – обмежене відкрите дискретне відображення класу $W_{loc}^{1, \varphi}(D)$, $f(D) = D'$. Крім того, припустимо що $C(f, \partial D) \subset E_*$ для деякої замкненої (відносно $\mathbb{R}^n$) множини $E_* \subset \overline{D'}$ і $f^{-1}(E_*) = E$ для деякої замкненої (відносно D) множини $E \subset D$, крім того,

1) множина E ніде не щільна у D і D скінченно зв'язна на $E \cup \partial D$, тобто, для кожного $z_0 \in E \cup \partial D$ і кожного околу U точки z_0 знайдеться окіл

$V \subset U$ цієї ж точки z_0 такий, що $(D \cap V) \setminus E$ складається зі скінченної кількості компонент,

2) для кожного околу U точки b знайдеться окіл $V \subset U$ точки b такий, що:

2а) множина $V \cap D$ зв'язна,

2б) множина $(V \cap D) \setminus E$ складається з m компонент, $1 \leq m < \infty$,

3) всі компоненти множини $D' \setminus E_*$ мають сильно досяжні межі відносно α -модуля,

4) функція φ задовольняє умову Кальдерона $\int_1^\infty \left(\frac{t}{\varphi(t)} \right)^{\frac{1}{n-2}} dt < \infty$.

Припустимо, що $K_{l,\alpha}(x, f)$, $Q(x)$ майже скрізь і виконана одна з наступних умов:

5.1) функція Q має скінченне середнє коливання в точці b ;

5.2) $q_b(r) = O\left(\left[\log \frac{1}{r}\right]^{n-1}\right)$ при $r \rightarrow 0$; тут $q_b(r)$ позначає середнє інтегральне

значення функції Q по сфері $|x - b| = r$;

5.3) існує $\delta(b) > 0$ таке, що виконується умова

$$\int_0^{\delta(b)} \frac{dt}{t^{\frac{n-1}{\alpha-1}} q_b^{\frac{1}{\alpha-1}}(t)} = \infty.$$

Тоді f має неперервне продовження в точку b . Якщо ж сказане вище виконується в кожній точці $b \in \partial D$, то відображення f має неперервне продовження $\bar{f}: \bar{D} \rightarrow \bar{D}'$, більше того, $\bar{f}(\bar{D}) = \bar{D}'$.

Зазначений результат подано до друку в [3] з докладним доведенням.

Отримане неперервне продовження відкритих дискретних відображень класів Орлича-Соболева у точку межі у випадку, коли відображення не є замкненим, а неперервне межеве продовження слід розуміти в поточковому сенсі. Таке продовження, зокрема, можна інтерпретувати також в термінах простих кінців у випадку, коли ці прості кінці тривіальні (тобто, кожен простий кінець є еквівалентним одній і тільки одній точці межі області). Умови, які замінюють замкненість відображень – це умови на граничну множину $C(f, \partial D)$: вона не має бути зовеликою та не має псувати геометрію прямої та відображеної області.

Список використаних джерел та літератури

1. Martio O., Ryazanov V., Srebro U. and Yakubov E. Moduli in Modern Mapping Theory. New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2009.
2. Sevost'yanov E. Mappings with Direct and Inverse Poletsky Inequalities. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2023.
3. Desyatka V., Sevost'yanov E., Halytska A. On boundary extension of unclosed Orlycz–Sobolev mappings. Ukr. Mat. Visnyk (accepted for print).

Ковба Заріна

аспірант

Житомирський державний університет імені Івана Франка

м. Житомир, Україна

Севостьянов Євген

доктор фізико-математичних наук, професор,

завідувач кафедри математичного аналізу, бізнес аналізу та статистики

Житомирський державний університет імені Івана Франка

м. Житомир,

ПРО ТЕОРЕМУ КАРАТЕОДОРИ В КЛАСАХ ОРЛИЧА-СОБОЛЄВА²

Значна частина робіт з межової поведінки відображень стосується дослідження гомеоморфізмів, у тому числі, квазіконформних гомеоморфізмів та відображень скінченного спотворення, див., наприклад, [1] та [2]. Щодо неперервного межового продовження відображень з розгалуженням, загальної методології наразі не розроблено. Зокрема, Мартіо, Рікман та Ваясяля розглядали задачу про усунення ізольованої сингулярності квазірегулярних відображень ([3]). Ними було встановлено, що однією з достатніх умов усунення ізольованої сингулярності є випускання відповідним відображенням множини додатної ємності. Однією з умов, за якої активно досліджувалися відкриті дискретні відображення, є їх замкненість. Важливі результати на цю тему здобуті у дисертації Вуорінена ([4]). Ним же було доведено, що відкриті дискретні відображення замкнені тоді й тільки тоді, коли вони зберігають межу області (див. теорему 3.3 тут же). Другим співавтором опублікована

² Робота здійснена в рамках виконання проєкту Національного фонду досліджень України, назва проєкту «Аналоги теорем Каратеодорі і Кебе-Блоха для класів Орлича-Соболева», номер проєкту 2025.02/0010

монографія ([5]), в якій здійснені аналогічні дослідження для більш загальних класів відображень. У даній роботі наведено один результат, присвячений межовій поведінці незамкнених відображень класу Орлича-Соболева. Цей результат отримано у просторовому випадку ($n \geq 3$) та за умовою типу Кальдерона. Нехай

$$x_0 \in \mathbb{R}^n, \quad 0 < r_1 < r_2 < \infty, \quad S(x_0, r) = \{x \in \mathbb{R}^n : |x - x_0| = r\}, \quad B(x_0, r) = \{x \in \mathbb{R}^n : |x - x_0| < r\},$$

$$A = A(x_0, r_1, r_2) = \{x \in \mathbb{R}^n : r_1 < |x - x_0| < r_2\}.$$

Означення класів Орлича-Соболева та простих кінців, які використовуються нижче, а також відповідна термінологія, можуть бути знайдені в [5]. Тут і далі $M_p(\mathbb{R})$ – модуль сім'ї кривих порядку p , $p \geq 1$. Нехай h – хордальна метрика в $\mathbb{R}^n$, і нехай $h(A)$ позначає хордальний діаметр множини $A \subset \mathbb{R}^n$ (див. [1]). Область $D \subset \mathbb{R}^n$, $n \geq 2$, називається *рівномірною відносно p -модуля*, $p \geq 1$, якщо для кожного знайдеться $\delta > 0$ таке, що $M_p(\Gamma(F, F^*, D)) \leq \delta$ для всяких континуумів F і F^* у D таких, що $h(F) \leq r$ і $h(F^*) \leq r$. Нехай I – деяка множина індексів. Сукупність областей D_i , $i \in I$, називається *одностайно рівномірною відносно p -модуля*, якщо для кожного $r > 0$ співвідношення $M_p(\Gamma(F, F^*, D)) \leq \delta$ виконується при одному і тому самому δ рівномірно по $i \in I$. Тут і надалі $\bar{D}_r$ – поповнення області D її простими кінцями, крім того, $E_D = \bar{D}_r \setminus D$. Для заданої вимірної за Лебегом функції $Q: \mathbb{R}^n \rightarrow [0, \infty]$ покладемо

$$Q'(x) = \begin{cases} Q(x), & Q(x) \leq 1, \\ 1, & Q(x) > 1, \end{cases}$$

$$q'_{x_0}(r) := \frac{1}{\omega_{n-1} r^{n-1}} \int_{|x-x_0|=r} Q'(x) dH^{n-1}. \text{ Для заданого } f: D \rightarrow \mathbb{R}^n \text{ позначимо}$$

$$C(f, x) := \{y \in \mathbb{R}^n : \exists x_k \in D: x_k \rightarrow x, f(x_k) \rightarrow y, k \rightarrow \infty\}, \quad C(f, \partial D) = \bigcup_{x \in \partial D} C(f, x).$$

$$\text{Нехай } N(y, f, A) = \text{card} \{x \in A : f(x) = y\}, \quad N(f, A) = \sup_{y \in \mathbb{R}^n} N(y, f, A). \text{ Покладемо}$$

$$l(f'(x)) = \min_{h \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\}} \frac{|f'(x)h|}{|h|}, \quad J(x, f) = \det f'(x). \text{ Внутрішня дилатація порядку } \alpha \geq 1$$

відображення f у точці x визначається з огляду на співвідношення

$$K_{l,\alpha}(x, f) = \frac{|J(x, f)|}{l(f'(x))^\alpha} \text{ при } J(x, f) \neq 0, \quad K_{l,\alpha}(x, f) = 1 \text{ при } f'(x) = 0 \text{ та } K_{l,\alpha}(x, f) = \infty \text{ в}$$

інших випадках. Для заданого $N \in \mathbb{N}$, $\delta > 0$, $\alpha > 1$, замкнених множин E_*, F в

$\overline{\square^n}$, $n \geq 3$, області $D \subset \square^n$, множини E у D (замкненої відносно D), зростаючої функції $\varphi: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ і вимірної за Лебегом функції $Q: D \rightarrow [0, \infty]$ позначимо через $R_{\varphi, Q, \delta, \alpha}^{E_*, E, F, N}(D)$ сім'ю всіх відкритих дискретних обмежених відображень $f: D \rightarrow \overline{\square^n} \setminus F$ класу $W_{loc}^{1, \varphi}(D)$ таких, що $K_{I, \alpha}(x, f)$, $Q(x)$ майже скрізь, $N(f, D)$, N і, крім того, 1) $C(f, \partial D) \subset E_*$, 2) для кожної компоненти K множини $D_f' \setminus E_*$, $D_f' := f(D)$, знайдеться континуум $K_f \subset K$ такий, що $h(K_f) \dots \delta$ і $h(f^{-1}(K_f), \partial D) \dots \delta > 0$, 3) $f^{-1}(E_*) = E$. Є справедливим наступний результат.

Теорема. Нехай $n \geq 3$, $n-1 < \alpha$, n , D – регулярна область в $\square^n$, нехай $Q: D \rightarrow [0, \infty]$ – вимірна за Лебегом функція, і нехай задана функція $\varphi: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ є зростаючою. Припустимо, виконані такі умови:

1) множина E є ніде не щільною у D , і D скінченно зв'язна на E , тобто, для кожного $z_0 \in E$ і кожного околу U точки z_0 знайдеться окіл $V \subset U$ точки z_0 такий, що множина $(D \cap V) \setminus E$ складається зі скінченної кількості компонент зв'язності;

2) існує $1 \leq m < \infty$ таке, що для кожного $P \in E_D := \overline{D} \setminus D$ і кожного околу U точки P у $\overline{D}$ знайдеться окіл $V \subset U$ у $\overline{D}$ елементу P такий, що множина $V \cap D$ зв'язна і $(V \cap D) \setminus E$ складається не більше, ніж з m компонент.

Нехай при $\alpha = n$ множина F має додатну ємність, а при $n-1 < \alpha < n$ є довільною замкненою. Припустимо, що у кожній точці $x_0 \in \overline{D}$ виконано принаймні одну з наступних умов: 3₁) функція Q має скінченне середнє коливання в x_0 ; 3₂) $q_{x_0}(r) = O\left(\left[\log \frac{1}{r}\right]^{n-1}\right)$ при $r \rightarrow 0$, де $q_{x_0}(r)$ – середнє інтегральне значення функції Q над сферою $|x - x_0| = r$; 3₃) при деякому

$\delta(x_0) > 0$ виконана умова $\int_0^{\delta(x_0)} \frac{dt}{t^{\alpha-1} q_{x_0}^{\frac{1}{\alpha-1}}(t)} = \infty$, де $q_{x_0}'(t)$ визначено вище.

4) Припустимо, що функція φ задовольняє наступну умову Кальдерона:

$$\int_1^\infty \left(\frac{t}{\varphi(t)} \right)^{\frac{1}{n-2}} dt < \infty.$$

Нехай сім'я усіх компонент $D_f' \setminus E_*$ є одностайно рівномірною по класу $f \in R_{\varphi, Q, \delta, \alpha}^{E_*, E, F, N}(D)$ відносно α -модуля. Тоді сім'я $R_{\varphi, Q, \delta, \alpha}^{E_*, E, F, N}(D)$ є одностайно

неперервною в $\bar{D}_P$, іншими словами, для кожного $x_0 \in \bar{D}_P$ і кожного $\varepsilon > 0$ знайдеться $\delta = \delta(x_0, \varepsilon) > 0$ таке, що $h(f(x), f(y)) < \varepsilon$ для всякого $f \in R_{\varphi, Q, \delta, \alpha}^{E_*, E, F, N}(D)$ і будь-яких $x, y \in B_\rho(x_0, \delta)$, де $B_\rho(x_0, \delta) = \{x \in D : \rho(x, x_0) < \delta\}$ і ρ – метрика в $\bar{D}_P$. Зокрема, з наведеного вище твердження випливає, що f має неперервне продовження у E_D .

Досліджена глобальна поведінка класів Орлича-Соболева у випадку, коли відображення не є замкненим, а неперервне межове продовження слід розуміти по простих кінцях. З огляду на формулювання цього результату, зрозуміло, що можливість неперервного межового продовження тісно пов'язана з граничною множиною $C(f, \partial D)$. А саме, ця гранична множина не має бути «занадто великою», зокрема, вона має розбивати область значення відображення на певні ділянки, що мають бути одностайно рівномірними відносно відповідного (взагалі кажучи, неконформного) модуля сімей кривих. В свою чергу, прообраз цієї граничної множини має бути ніде не щільною множиною в області визначення відображення. Решта умов (зокрема, аналітичні умови на мажоранту дилатацій відображень, регулярність вихідної області в сенсі простих кінців і т. ін.) по суті є аналогічними по відношенню до випадку відкритих дискретних замкнених відображень. Як і у випадку замкнених відображень, для одностайної неперервності сім'ї відповідних відображень потрібні деякі «умови нормування». Такими умовами можуть виступати співвідношення $h(K_f) \dots \delta$ і $h(f^{-1}(K_f), \partial D) \dots \delta > 0$. Характерною рисою вивчення класів Орлича-Соболева є обмеження на кратність сім'ї в відображень: йдеться про вимогу вигляду $N(f, D) \leq N$.

Список використаних джерел та літератури

1. Väisälä J., Lectures on n-Dimensional Quasiconformal Mappings, Lecture Notes in Math. 229. Berlin etc., Springer–Verlag, 1971.
2. Martio O., Ryazanov V., Srebro U. and Yakubov E. Moduli in Modern Mapping Theory. New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2009.
3. Martio O., Rickman S., and Väisälä J. Distortion and singularities of quasiregular mappings. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A1. 1970. V. 465. P. 1–13.

4. Vuorinen M. Exceptional sets and boundary behavior of quasiregular mappings in n -space. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A 1. Math. Dissertationes. 1976. V. 11. P. 1–44.

5. Sevost'yanov E. Mappings with Direct and Inverse Poletsky Inequalities. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2023.

Коломієць Таміла,

*доктор філософії в галузі математики та статистики,
доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та
статистики,*

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, м. Житомир

УЗАГАЛЬНЕНА ТЕОРЕМА МНОЖЕННЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ В БІГІПЕРБОЛІЧНІЙ АЛГЕБРІ

Побудова розділів теорії ймовірностей в гіперкомплексних алгебрах є актуальним напрямом сучасної математики.

Аналоги теорем множення ймовірностей для двох та будь-якої скінченної кількості залежних випадкових подій в алгебрі гіперболічних чисел вивчено у статті [1]. У роботі [2] узагальнено означення та доведено властивості ймовірності зі значеннями в алгебрі бігіперболічних чисел. Означення та властивості умовної бігіперболічнозначної ймовірності досліджено в [3]. У роботі [4] сформульовано означення та обґрунтовано всі умови залежних і незалежних випадкових подій в алгебрі бігіперболічних чисел, а в [5] доведено теорему множення ймовірностей двох залежних випадкових подій в цій алгебрі.

Мета статті – сформулювати узагальнену теорему множення ймовірностей для n -залежних випадкових подій в алгебрі бігіперболічних чисел.

Означення 1 [2]. Алгеброю бігіперболічних чисел називається чотиривимірна комутативна алгебра вигляду

$$\mathbb{W}_4 = \mathbb{W}_4(\mathbb{R}) = \{a_0 + a_1e + a_2f + a_3g \mid a_0, a_1, a_2, a_3 \in \mathbb{R}\}$$

з базисом $\{1, e, f, g\}$ і таблицею множення для базисних елементів:

$$e^2 = f^2 = g^2 = 1, \quad ef = fe = g, \quad eg = ge = f, \quad fg = gf = e.$$

Лема 1 [2]. Кожне бігіперболічне число

$$\alpha = a_0 + a_1e + a_2f + a_3g, \quad a_0, a_1, a_2, a_3 \in \mathbb{R},$$

можна записати у вигляді

$$\alpha = r_1i_1 + r_2i_2 + r_3i_3 + r_4i_4, \quad r_k \in \mathbb{R}, k = 1, 2, 3, 4, \quad (1)$$

де i_1, i_2, i_3, i_4 – ідемпотенти алгебри $\mathbb{W}_4$ [2].

Нехай A – випадкова подія, (Ω, Σ) – вимірний простір (Ω – простір елементарних подій ω), Σ – σ -алгебра подій (безліч підмножин Ω , які називаються випадковими подіями), $\mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4, 0}$ – область дільників нуля алгебри $\mathbb{W}_4$, “ $\geq$ ” – відношенням часткового порядку в алгебрі $\mathbb{W}_4$ [3].

Означення 2 [2]. Бігіперболічнозначною ймовірністю ($\mathbb{W}_4$ -ймовірністю) називається бігіперболічнозначна функція, визначена на σ -алгебрі подій Σ

$$P_{\mathbb{W}_4} = P_{\mathbb{W}_4}(\cdot): \Sigma \rightarrow \mathbb{W}_4,$$

для якої виконуються умови:

$$1) P_{\mathbb{W}_4}(A) \geq 0 \quad \forall A \in \Sigma;$$

$$2) P_{\mathbb{W}_4}(\Omega) = \zeta, \text{ де } \zeta \text{ набуває одне з п'яти можливих значень:}$$

$$\zeta = \{1, i_1, i_2, i_3, i_4\};$$

3) Для будь-якої послідовності $\{A_n\}_{n=1}^{\infty} \subset \Sigma$ попарно несумісних випадкових подій виконується рівність

$$P_{\mathbb{W}_4}\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n\right) = \sum_{n=1}^{\infty} P_{\mathbb{W}_4}(A_n).$$

Триплет $(\Omega, \Sigma, P_{\mathbb{W}_4})$ називають $\mathbb{W}_4$ -ймовірнісним простором.

$$3 \quad \text{урахуванням запису бігіперболічного числа} \quad (1)$$

бігіперболічнозначну ймовірність $P_{\mathbb{W}_4}(A)$ можна записати у вигляді:

$$P_{\mathbb{W}_4}(A) = P_1(A)i_1 + P_2(A)i_2 + P_3(A)i_3 + P_4(A)i_4,$$

де $P_1(A), P_2(A), P_3(A), P_4(A)$ є дійснозначними ймовірностями.

Нехай $(\Omega, \Sigma, P_{\mathbb{W}_4})$ – $\mathbb{W}_4$ -ймовірнісний простір, A, B – дві випадкові події.

Означення 3 [3]. Бігіперболічнозначною умовною ймовірністю події A за умови, що подія B відбулася, будемо називати ймовірність $P_{\mathbb{W}_4}(A|B)$, для якої:

$$(I) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := \frac{P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B)}{P_{\mathbb{W}_4}(B)}, \text{ якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) > 0 \text{ і } P_{\mathbb{W}_4}(B) \notin \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0};$$

$$(II) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := P_{\mathbb{W}_4}(A), \text{ якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) = 0;$$

$$(III) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := \frac{P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B)}{\mu_1} i_1 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_2 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_3 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_4,$$

$$\text{якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) = \mu_1 i_1 \in \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0}, \mu_1 > 0;$$

$$(IV) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := P_{\mathbb{W}_4}(A)i_1 + \frac{P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B)}{\mu_2} i_2 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_3 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_4,$$

$$\text{якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) = \mu_2 i_2 \in \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0}, \mu_2 > 0;$$

$$(V) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := P_{\mathbb{W}_4}(A)i_1 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_2 + \frac{P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B)}{\mu_3} i_3 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_4,$$

$$\text{якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) = \mu_3 i_3 \in \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0}, \mu_3 > 0;$$

$$(VI) \ P_{\mathbb{W}_4}(A|B) := P_{\mathbb{W}_4}(A)i_1 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_2 + P_{\mathbb{W}_4}(A)i_3 + \frac{P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B)}{\mu_4} i_4,$$

$$\text{якщо } P_{\mathbb{W}_4}(B) = \mu_4 i_4 \in \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0}, \mu_4 > 0.$$

У статті [3] доведено, що бігіперболічнозначна умовна ймовірність $P_{\mathbb{W}_4}(A|B)$ задовольняє всі аксіоми $\mathbb{W}_4$ -ймовірності (означення 2). Отже, вимірний простір $(B, \Sigma_B, P_{\mathbb{W}_4}(A|B))$ є новим $\mathbb{W}_4$ -ймовірнісним простором.

Теорема 1 [5] (теорема множення ймовірностей двох залежних подій у $\mathbb{W}_4$). Нехай $(\Omega, \Sigma, P_{\mathbb{W}_4})$ – $\mathbb{W}_4$ -ймовірнісний простір, A, B – дві випадкові залежні події. Тоді

$$P_{\mathbb{W}_4}(A \cap B) = P_{\mathbb{W}_4}(B)P_{\mathbb{W}_4}(A|B).$$

Узагальнена теорема множення ймовірностей в алгебрі $\mathbb{W}_4$.

Теорема 2. (Узагальнена теорема множення ймовірностей для n -залежних випадкових подій в алгебрі $\mathbb{W}_4$). Нехай $(\Omega, \Sigma, P_{\mathbb{W}_4})$ – $\mathbb{W}_4$ -ймовірнісний простір, $A_1, \dots, A_n$ – залежні випадкові події. Тоді при умовах:

$$(1) \quad P_{\mathbb{W}_4}(A_1 \cap \dots \cap A_n) \notin \mathfrak{S}_{\mathbb{W}_4,0};$$

$$(2) \quad (a) \quad \exists k_0 \in \{1, \dots, n\}: P_{\mathbb{W}_4}(A_{k_0}) = \lambda_{k_0} i_{k_0}, \quad \lambda_{k_0} > 0, \text{ тобто} \\ P_{\mathbb{W}_4}(A_{k_0}) \in \mathbb{W}_4(i_{k_0}), \quad k = 1, 2, 3, 4,$$

$$(b) \quad P_{\mathbb{W}_4}\left(\bigcap_{l=1}^n A_l\right) \in \mathbb{W}_4(i_k), \quad k = 1, 2, 3, 4,$$

виконується рівність

$$P_{\mathbb{W}_4}(A_1 \cap \dots \cap A_n) = P_{\mathbb{W}_4}(A_1)P_{\mathbb{W}_4}(A_2|A_1) \dots P_{\mathbb{W}_4}(A_n|A_1 \cap \dots \cap A_{n-1}).$$

Доведення. Доведення теореми 2 проводиться за алгоритмом доведення узагальненої теореми множення ймовірностей в алгебрі гіперболічних чисел [1].

Отже, сформульовано узагальнену теорему множення ймовірностей для n -залежних випадкових подій в алгебрі бігіперболічних чисел. Одержані результати можуть бути використані при майбутніх дослідженнях у цьому напрямі.

Список використаних джерел та літератури

1. Alpay D., Luna-Elizarrarás M. E., Shapiro M. Kolmogorov's axioms for probabilities with values in hyperbolic numbers. *Advances in Applied Clifford Algebras*. 2017. Vol. 27, No. 2. P. 913–929.

2. Коломієць Т. Ю. Елементи теорії ймовірностей із значеннями у бігіперболічній алгебрі. *Праці Інституту прикладної математики і механіки НАН України*. 2020. Т. 34. С. 36–49.

3. Коломієць Т. Ю. Умовна ймовірнісна міра в алгебрі бігіперболічних чисел. *Праці Інституту прикладної математики і механіки НАН України*. 2025. Т. 39, № 1. С. 13–22.

4. Коломієць Т. Ю. Залежні та незалежні події в алгебрі бігіперболічних чисел. *Збірник тез доповідей наукової конференції викладачів та молодих науковців Житомирського державного університету імені Івана Франка з нагоди Днів науки, 16-17 травня 2025 р.* Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2025. С. 627–637.

5. Коломієць Т. Умовна ймовірність і множення ймовірностей в алгебрі бігіперболічних чисел. *Науковий пошук молодих дослідників : збірник наукових праць студентів, магістрантів та викладачів*. Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2025. Вип. 18. С. 186–190.

Корватко Анастасія

здобувачка 4 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету,

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, м. Житомир

Науковий керівник: Коломієць Таміла

доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та

статистики,

доктор філософії в галузі математики та статистики,

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, м. Житомир

ДИНАМІКА СЕРЕДНЬОЇ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ В УКРАЇНІ (2015-2024 РОКИ)

Аналіз динаміки середньої заробітної плати є важливим напрямом статистичного дослідження, оскільки дозволяє виявити основні тенденції у сфері оплати праці, оцінити темпи її зростання, визначити вплив

інфляційних процесів. Період 2015-2024 років характеризується різними умовами розвитку української економіки, включаючи економічну кризу 2014-2015 років, період відновлення, пандемію COVID-19, військову агресію та макроекономічну нестабільність [1]. Вихідні дані для аналізу динаміки середньомісячної номінальної заробітної плати представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка середньомісячної номінальної заробітної плати штатних працівників в Україні за 2015-2024 роки

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Середньомісячна номінальна заробітна плата, грн	4195	5183	7104	8865	10497	10841	12412	15370	17453	20500
Абсолютний приріст ланцюговий, грн	-	988	1921	1761	1632	344	1571	2958	2083	3047
Темп зростання ланцюговий, %	-	123,6	137,1	124,8	118,4	103,3	114,5	123,8	113,6	117,5
Темп приросту ланцюговий, %	-	23,6	37,1	24,8	18,4	3,3	14,5	23,8	13,6	17,5
Темп зростання базисний, %	100,0	123,6	169,4	211,3	250,2	258,4	295,9	366,5	416,1	488,7

Аналіз даних свідчить про стійку тенденцію зростання номінальної заробітної плати протягом десятиріччя. За десять років середньомісячна заробітна плата зросла з 4195 грн у 2015 році до 20500 грн у 2024 році, що становить 388,7% приросту або майже п'ятикратне зростання (рис. 1).

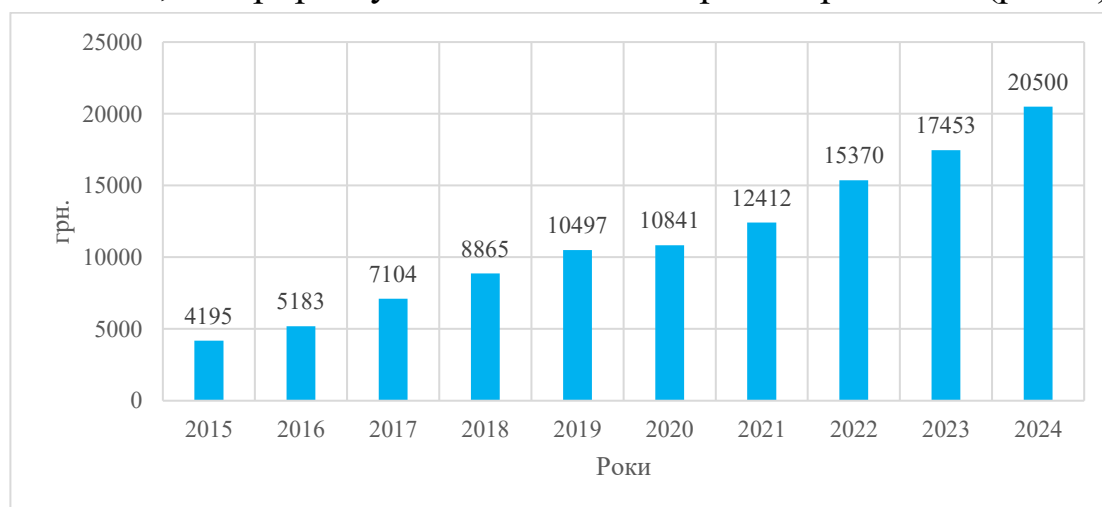


Рис. 1. Динаміка середньомісячної номінальної заробітної плати в Україні за 2015-2024 роки.

Для формалізації тенденції застосуємо метод аналітичного вирівнювання за лінійною функцією [2]:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t,$$

де t – порядковий номер року: 2015 = 1, 2016 = 2 і т.д. (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок параметрів рівняння тренду середньомісячної номінальної заробітної плати

Рік	t	$y(\text{факт}), \text{грн}$	t^2	ty	$\hat{y}(\text{розрах.}), \text{грн}$
2015	1	4195	1	4195	3551
2016	2	5183	4	10366	5280
2017	3	7104	9	21312	7009
2018	4	8865	16	35460	8738
2019	5	10497	25	52485	10467
2020	6	10841	36	65046	12196
2021	7	12412	49	86884	13925
2022	8	15370	64	122960	15654
2023	9	17453	81	157077	17383
2024	10	20500	100	205000	19112
Разом	55	112420	385	760785	113315

За результатами розрахунків отримаємо:

$$a_1 = \frac{10 \times 760785 - 55 \times 112420}{10 \times 385 - 55^2} = \frac{7607850 - 6183100}{3850 - 3025} = \frac{1424750}{825} = 1727,0;$$

$$a_0 = \frac{112420}{10} - 1727,0 \times \frac{55}{10} = 11242,0 - 9498,5 = 1743,5.$$

Отже, рівняння тренду має вигляд:

$$\hat{y}_t = 1743,5 + 1727,0t.$$

Це означає, що середньомісячна номінальна заробітна плата в Україні в середньому щорічно зростала на 1727,0 грн протягом досліджуваного періоду.

Для оцінки якості побудованої моделі розрахуємо коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2},$$

де

$$\bar{y} = \frac{112420}{10} = 11242,0 \text{ (грн).}$$

За результатами розрахунків: $R^2 = 0,9762$.

Коефіцієнт детермінації становить 0,9762, що свідчить про дуже високу якість моделі – 97,62% варіації заробітної плати пояснюється фактором часу. Це підтверджує наявність стійкої лінійної тенденції зростання заробітної плати.

Проаналізуємо динаміку реальної заробітної плати (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка реальної заробітної плати в Україні за 2015-2024 роки

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Індекс номінальної з/п, % до попереднього року	100,0	123,6	137,1	124,8	118,4	103,3	114,5	123,8	113,6	117,5
Індекс споживчих цін, % до попереднього року	143,3	112,4	113,7	109,8	104,1	105,0	110,0	126,6	112,8	108,2
Індекс реальної з/п, % до попереднього року	69,8	110,0	120,6	113,7	113,7	98,4	104,1	97,8	100,7	108,6
Індекс реальної з/п, % до 2015	100,0	110,0	132,7	150,8	171,5	168,8	175,7	171,9	173,1	187,9

Аналіз демонструє складну картину динаміки реальної заробітної плати. У 2015 році спостерігалось різке падіння реальної заробітної плати на 30,2% через гіперінфляцію (143,3%), викликану економічною кризою.

Для порівняння динаміки номінальної та реальної заробітної плати побудуємо графік (рис. 2).

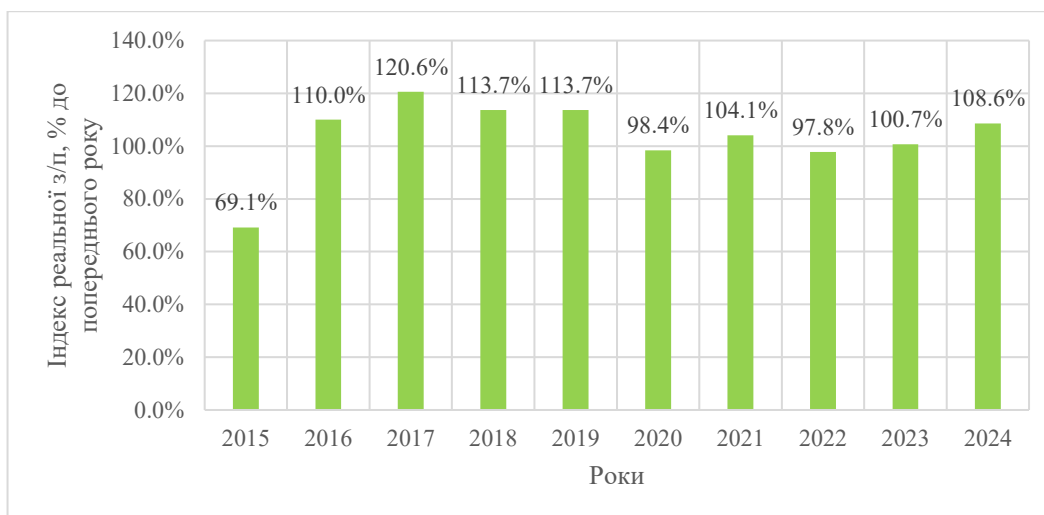


Рис. 2. Порівняння динаміки номінальної та реальної заробітної плати в Україні за 2015-2024 роки.

Важливим аспектом аналізу є співвідношення темпів зростання заробітної плати та продуктивності праці (табл. 4).

Таблиця 4

Співвідношення темпів зростання продуктивності праці та заробітної плати в Україні за 2015-2024 роки

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Індекс продуктивності праці, % до попереднього року	90,2	101,8	103,3	102,8	104,2	98,4	103,2	95,8	102,1	105,3
Індекс реальної заробітної плати, % до попереднього року	69,8	110,0	120,6	113,7	113,7	98,4	104,1	97,8	100,7	108,6
Коефіцієнт випередження	1,292	0,925	0,856	0,904	0,916	1,000	0,991	0,980	1,014	0,970

Динаміку мінімальної заробітної плати (табл. 5) та її співвідношення із середньою заробітною платою представимо на діаграмі (рис. 3).

Таблиця 5

Динаміка мінімальної заробітної плати в Україні за 2015-2024 роки

Показник	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Мінімальна заробітна плата, грн/міс	1218	1450	3200	3723	4173	4723	6000	6500	6700	7100

Абсолютний приріст, грн	-	232	1750	523	450	550	1277	500	200	400
Темп зростання, %	-	119,0	220,7	116,3	112,1	113,2	127,0	108,3	103,1	106,0
Співвідношення середньої до мінімальної з/п, разів	3,44	3,57	2,22	2,38	2,52	2,30	2,07	2,36	2,60	2,89

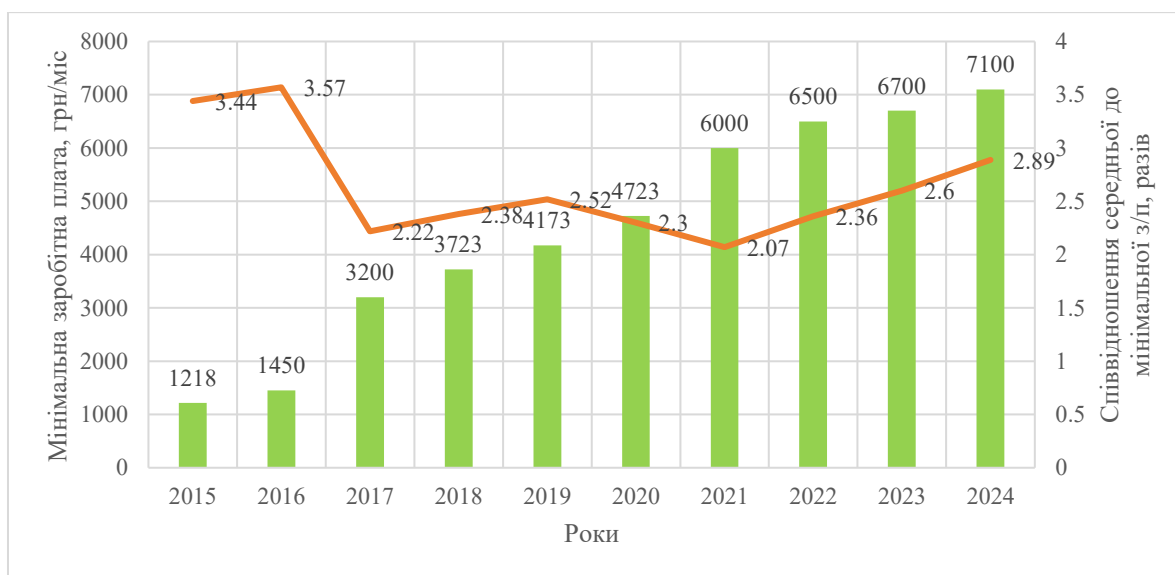


Рис. 3. Динаміка мінімальної заробітної плати та її співвідношення із середньою в Україні за 2015-2024 роки.

Таким чином, за десятиріччя заробітна плата зросла майже у п'ять разів. Водночас реальна заробітна плата демонструвала значні коливання через інфляційні процеси, особливо у 2015 та 2022 роках. Співвідношення темпів зростання продуктивності праці та заробітної плати залишається нестабільним, що свідчить про необхідність удосконалення системи оплати праці.

Список використаних джерел та літератури

1. Ринок праці України у 2023 році : стан, тенденції та перспективи / Державна служба зайнятості України. Київ, 2024. URL: <https://surli.cc/hnwgkp>
2. Калетнік Г. М., Мазур А. Г., Кубай О. Г. Статистика : підручник. Київ: Хай-Тек Прес, 2011. 318 с.

Терещук Дмитро

*здобувач 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету*

спеціальність 112 Статистика

*Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир*

Науковий керівник: Коломієць Таміла

*доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та
статистики,*

доктор філософії в галузі математики та статистики,

*Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ЗМІН І КОЛИВАНЬ ЦІН НА ХЛІБ В УКРАЇНІ (2018-2026 РОКИ)

Дослідженням індексу споживчих цін (ІСЦ), включно з ІСЦ на хліб в Україні, зокрема після повномасштабного вторгнення, займалися такі дослідники, як наприклад, Л. П. Добуляк, С. Б. Костенко [2], М. О. Когтєв [4].

Індекс споживчих цін є одним з важливих макроекономічних показників. Під час інфляційних процесів у країні населення відчуває це на собі саме через зростання цін на продукцію та послуги. Індекс споживчих цін – це показник змін вартості набору споживчих товарів чи послуг з постійними характеристиками у звітному періоді порівняно з базисним. Індекс споживчих цін зазвичай використовують як показник загального рівня інфляції в економіці, тому його інколи називають “індексом інфляції” [3].

Хліб є одним із найважливіших продуктів харчування на столі в родині, а його цінова доступність безпосередньо впливає на рівень добробуту населення, особливо пенсіонерів, людей з інвалідністю, безробітних тощо.

Україна протягом останніх років переживає стрімкі соціально-економічні зміни, тому дослідження динаміки індексу споживчих цін на хліб набуває особливої актуальності та практичного значення.

У роботі вивчено динаміку зміни індексу споживчих цін на хліб в Україні за 2018–2026 роки згідно даних сайту Держстату [5], які оформлено в табл. 1.

Таблиця 1

Індекс споживчих цін на хліб з 2018 року до 2026 (неповний) рік

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
2018	101,4	101,6	101,3	101,4	100,6	100,7	101,0	100,8	103,3	102,7	103,3	101,6
2019	100,9	101,2	100,9	100,8	101,4	101,4	100,7	100,6	100,3	100,2	100,6	100,3
2020	100,3	100,4	100,2	100,4	100,3	100,6	100,3	100,0	100,5	101,5	102,3	101,4
2021	101,1	102,8	102,8	101,3	100,9	100,2	100,2	100,4	101,1	102,4	102,2	101,9
2022	101,9	102,8	102,4	102,7	101,4	102,5	101,1	100,6	100,6	101,3	101,0	101,9
2023	101,4	100,9	100,7	100,3	100,1	100,2	100,3	100,5	100,5	100,6	101,0	100,3
2024	100,3	100,6	100,4	100,8	100,8	101,1	102,8	102,4	101,5	101,6	102,2	102,4
2025	102,1	100,8	101,2	101,0	101,2	100,8	100,9	100,7	100,8	101,3	100,8	101,1
2026	100,7	101,3	101,5									

За даними (табл. 1) побудуємо діаграму (рис. 1).

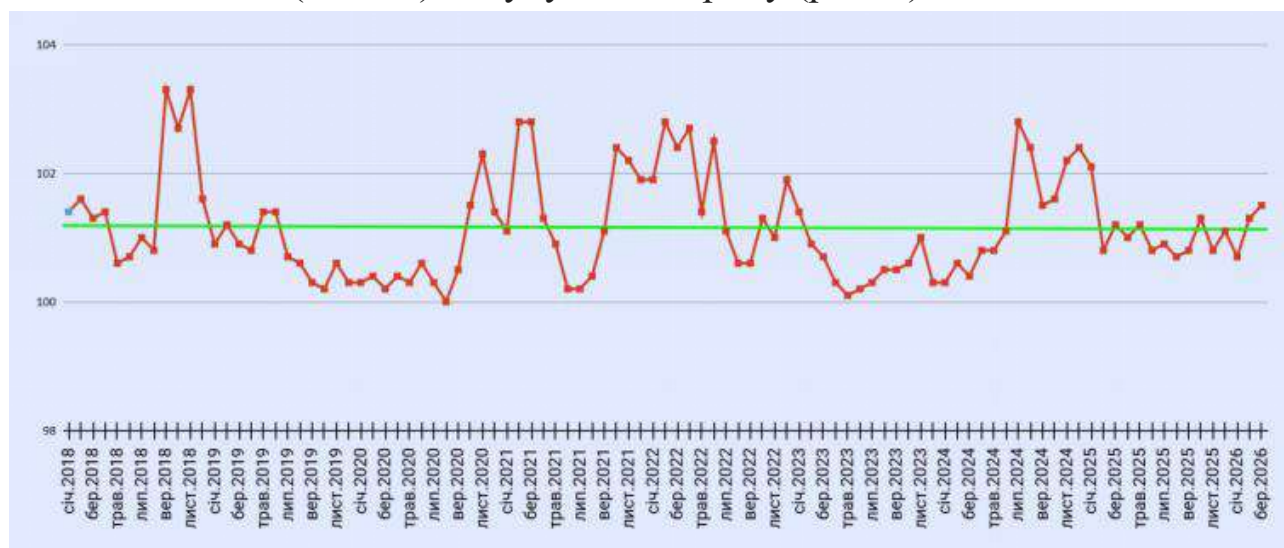


Рис. 1. Індекс споживчих цін на хліб з 2018 року до 2026 (неповний) рік

На рис. 1 червоною лінією позначено зміни індексу споживчих цін, зеленим кольором зображено лінію тренду.

З використанням функції AVERAGE в програмі Excel, було знайдено середні значення індексу споживчих цін на хліб у 2018–2026 рр. за роками і місяцями (табл. 2., табл. 3).

Таблиця 2

Середнє значення індексу споживчих цін на хліб у 2018-2026 роках

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
101,64	100,78	100,68	101,44	101,68	100,57	101,41	101,06	101,17

Таблиця 3

Середнє значення індексу споживчих цін на хліб по місяцях за 2018-2026 роки.

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
101,12	101,38	101,27	101,09	100,84	100,94	100,91	100,75	101,08	101,45	101,68	101,36

На рис. 2 зображено періоди зростання, спадання та стабільності індексу споживчих цін на хліб за аналізований період.

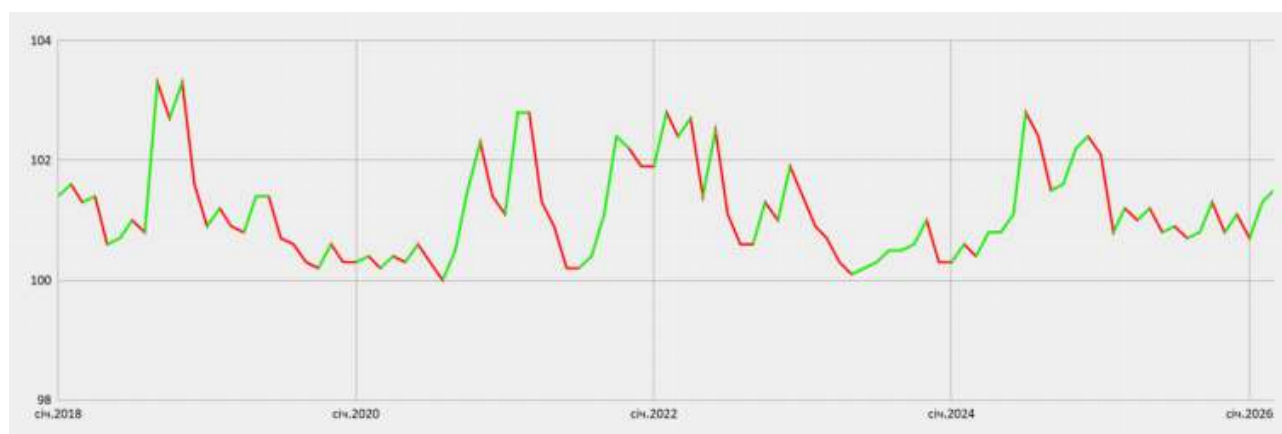


Рис. 2. Періоди зростання, спадання та стабільності індексу споживчих цін на хліб з 2018 року до 2026 (неповний) рік.

Основними величинами динаміки є коефіцієнт росту, темп росту та темп приросту [1]. Буде розглянуто темп приросту, який вказує на скільки

відсотків зріс показник індексу споживчих цін на хліб за місяць відносно попереднього місяця. Ланцюгові показники розраховуються за формулами:

$$K_{\text{зрос.лан.}} = \frac{T_n}{T_{n-1}} ;$$

$$T_{\text{зрос.лан.}} = \frac{T_n}{T_{n-1}} \times 100\% ;$$

$$T_{\text{прир.лан.}} = (K_{\text{зрос.лан.}} - 1) \times 100\% ,$$

де

$K_{\text{зрос.лан.}}$ – коефіцієнт росту;

$T_{\text{зрос.лан.}}$ – темп зростання;

$T_{\text{прир.лан.}}$ – темп приросту;

T_n – значення показника за звітний період;

T_{n-1} – значення показника за попередній до звітного періоду.

Базисні показники розраховуються за формулами:

$$K_{\text{зрос.баз.}} = \frac{T_n}{T_6} ;$$

$$T_{\text{зрос.баз.}} = \frac{T_n}{T_6} \times 100\% ;$$

$$T_{\text{прир.баз.}} = (K_{\text{зрос.баз.}} - 1) \times 100\% ,$$

де

$K_{\text{зрос.баз.}}$ – базисний коефіцієнт росту;

$T_{\text{зрос.баз.}}$ – базисний темп зростання;

$T_{\text{прир.баз.}}$ – базисний темп приросту;

T_n – значення показника за звітний період;

T_6 – значення показника за базисний період (лютий 2022 року).

Усі розраховані значення ланцюгового темпу приросту показників записані у табл. 4., а базисного темпу приросту показників – у табл. 5.

Таблиця 4

Ланцюгові коефіцієнти приросту

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
2018	-	0,197 %	- 0,295 %	0,099 %	- 0,789 %	0,099 %	0,298 %	- 0,198%	2,480%	- 0,581 %	0,584%	- 1,646 %
2019	-	0,297	-	-	0,595	0,000	-	-	-	-	0,399%	-

	0,689 %	%	0,296 %	0,099 %	%	%	0,690 %	0,099%	0,298%	0,100 %		0,298 %
2020	0,000 %	0,100 %	- 0,199 %	0,200 %	- 0,100 %	0,299 %	- 0,298 %	- 0,299%	0,500%	0,995 %	0,788%	- 0,880 %
2021	- 0,296 %	1,682 %	0,000 %	- 1,459 %	- 0,395 %	- 0,694 %	0,000 %	0,200%	0,697%	1,286 %	- 0,195%	- 0,294 %
2022	0,000 %	0,883 %	- 0,389 %	0,293 %	- 1,266 %	1,085 %	- 1,366 %	- 0,495%	0,000%	0,696 %	- 0,296%	0,891 %
2023	- 0,491 %	- 0,493 %	- 0,198 %	- 0,397 %	- 0,199 %	0,100 %	0,100 %	0,199%	0,000%	0,100 %	0,398%	- 0,693 %
2024	0,000 %	0,299 %	- 0,199 %	0,398 %	0,000 %	0,298 %	1,682 %	- 0,389%	- 0,879%	0,099 %	0,591%	0,196 %
2025	- 0,293 %	- 1,273 %	0,397 %	- 0,198 %	0,198 %	- 0,395 %	0,099 %	- 0,198%	0,099%	0,496 %	- 0,494%	0,298 %
2026	- 0,396 %	0,596 %	0,197 %									

Таблиця 5

Базисні коефіцієнти приросту

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
2018	- 1,362 %	- 1,167 %	- 1,459%	- 1,362 %	- 2,140 %	- 2,043 %	- 1,751 %	- 1,946 %	0,486%	- 0,097 %	0,486%	- 1,167 %
2019	- 1,848 %	- 1,556 %	- 1,848%	- 1,946 %	- 1,362 %	- 1,362 %	- 2,043 %	- 2,140 %	- 2,432%	- 2,529 %	- 2,140%	- 2,432 %
2020	- 2,432 %	- 2,335 %	- 2,529%	- 2,335 %	- 2,432 %	- 2,140 %	- 2,432 %	- 2,724 %	- 2,237%	- 1,265 %	- 0,486%	- 1,362 %
2021	- 1,654 %	0,000 %	0,000%	- 1,459 %	- 1,848 %	- 2,529 %	- 2,529 %	- 2,335 %	- 1,654%	- 0,389 %	- 0,584%	- 0,875 %

2022	- 0,875 %	0,000 %	- 0,389%	- 0,097 %	- 1,362 %	- 0,292 %	- 1,654 %	- 2,140 %	- 2,140%	- 1,459 %	- 1,751%	- 0,875 %
2023	- 1,362 %	- 1,848 %	- 2,043%	- 2,432 %	- 2,626 %	- 2,529 %	- 2,432 %	- 2,237 %	- 2,237%	- 2,140 %	- 1,751%	- 2,432 %
2024	- 2,432 %	- 2,140 %	- 2,335%	- 1,946 %	- 1,946 %	- 1,654 %	0,000 %	- 0,389 %	- 1,265%	- 1,167 %	- 0,584%	- 0,389 %
2025	- 0,681 %	- 1,946 %	- 1,556%	- 1,751 %	- 1,556 %	- 1,946 %	- 1,848 %	- 2,043 %	- 1,946%	- 1,459 %	- 1,946%	- 1,654 %
2026	- 2,043 %	- 1,459 %	- 1,265%									

Найбільшим значенням базисного темпу приросту за весь період є 0,49%, найменшим – -2,72%, середнім – -1,6%. У період до повномасштабного вторгнення (з січня 2018 року по лютий 2022 року) максимальне, мінімальне та середнє значення темпу приросту збігаються зі значеннями за весь аналізований період. У період після вторгнення (з лютого 2022 року по березень 2026 року) найбільше значенням темпу приросту 0%, найменше – -2,63%, середнє – -1,62%.

Отже, у період після повномасштабного вторгнення індекс споживчих цін на хліб в Україні має тенденцію до меншого приросту, ніж до цього періоду.

Список використаних джерел та літератури

1. Бегун С. І. *Статистика: навчальний посібник*. Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2022. 230 с.
2. Добуляк Л. П., Костенко С. Б. Дослідження динаміки індексу споживчих цін в Україні. URL: <https://doi.org/10.32689/2523-4536/69-12>
3. Індекс споживчих цін: сприйняття та реальність: Посібник/Державний комітет статистики України. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/13/posibnyk.pdf>
4. Когтєв М О. Дослідження залежності індексу споживчих цін. *Науковий журнал Логос. Мистецтво наукової думки*. № 3, квітень, 2019. С. 25–26.

5. Офіційний сайт Державної служби статистики України. Банк даних: Індекс споживчих цін. URL: <https://stat.gov.ua/uk/explorer>

Філик Ярина

*здобувачка 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету
спеціальність 112 Статистика
Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир*

Науковий керівник: Коломієць Таміла

*доцент кафедри математичного аналізу, бізнес-аналізу та
статистики,
доктор філософії в галузі математики та статистики,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВАЛЮТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАОЩАДЖЕНЬ В УКРАЇНІ (2015–2024 РОКИ)

В умовах економічної нестабільності, інфляційного тиску та воєнних подій питання збереження заощаджень населення України стає особливо важливим. Коливання валютного курсу безпосередньо впливають на купівельну спроможність людей, їхню фінансову поведінку та прийняття інвестиційних рішень. У сучасних умовах вибір надійного способу збереження вартості коштів є актуальним як для домогосподарств, так і для економіки в цілому.

У наукових джерелах валютний курс розглядається як один із ключових макроекономічних показників, що відображає співвідношення між національною та іноземними валютами і характеризує стан фінансової системи держави [1]. В умовах відкритої економіки зміни валютного курсу впливають на рівень інфляції, обсяги зовнішньої торгівлі, інвестиційні процеси та рівень життя населення.

Особливу увагу в роботі приділено таким валютам, як долар США (USD), євро (EUR) та швейцарський франк (CHF), які виконують різні функції у світовій економіці. Долар США виступає основною резервною валютою та найпоширенішим засобом заощадження. Євро має важливе

значення для зовнішньоекономічних відносин України з країнами Європейського Союзу. Швейцарський франк традиційно вважається «захисною» валютою у періоди економічної нестабільності.

У роботі, згідно офіційних даних Національного банку України за період 01.01.2015-31.12.2024 років [3], було реалізовано поетапний аналіз валютних курсів.

1. *Базова статистика та описовий аналіз.* Застосування методів описової статистики [2] дозволило визначити, що середній курс за досліджуваний період становив: 27,80 грн за долар США, 31,14 грн за євро та 29,19 грн за швейцарський франк. Також було розраховано коефіцієнт варіації, який показав рівень мінливості валют. Отримані результати свідчать, що долар США (15,7%) є найбільш стабільним, тоді як швейцарський франк (18,3%) характеризується найвищою мінливістю (див. табл. 1).

Таблиця 1

Статистичні показники валютних курсів в Україні за 2015–2024 роки

Показник	USD/UAH	EUR/UAH	CHF/UAH
mean	27,80	31,14	29,19
median	26,93	30,78	27,69
min	15,75	17,70	15,43
max	38,00	42,21	45,38
std.dev	4,37	4,40	5,34
CV	15,7%	14,1%	18,3%

2. *Індексний аналіз та динаміка часових рядів.* Для порівняння темпів зростання валют було використано метод Base 100 [2], що дозволяє аналізувати відносні зміни незалежно від початкових значень. Результати показали, що всі досліджувані валютні курси мають чітко виражену тенденцію до зростання (рис. 1). Найвищий темп приросту спостерігається у швейцарського франка, який перевищує показники долара США та євро (див. табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка базисних індексів вартості валют

Рік	USD/UAH	EUR/UAH	CHF/UAH
2015	100,00	100,00	100,00
2016	117,04	116,81	114,42
2017	121,80	123,96	119,05
2018	124,60	132,71	122,66
2019	118,37	119,54	114,64
2020	123,50	127,22	126,85
2021	124,97	133,42	131,61
2022	148,28	140,44	149,38
2023	167,57	163,40	179,59
2024	174,07	173,48	200,04

За даними табл. 2 побудовано графіки ліній тренду валютних курсів в Україні за період 2015–2024 років (рис. 1).

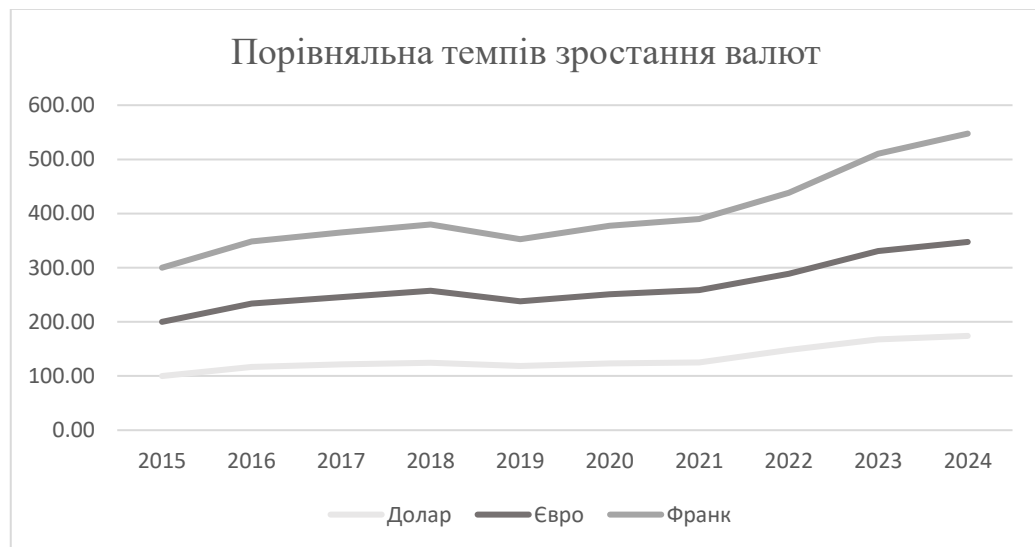


Рис. 1. Порівняльна динаміка темпів зростання валют.

3. *Аналіз дохідності та волатильності.* Оцінка дохідності за показником CAGR показала, що швейцарський франк має найвищий середньорічний темп зростання – 12,3% (див. табл. 3).

Аналіз волатильності дозволив виявити періоди найбільшої нестабільності, які припадають на 2015 та 2022 роки. У ці періоди

швейцарський франк демонстрував найсильніші коливання, що підтверджує його чутливість до кризових явищ, незважаючи на статус «захисної» валюти [1].

Таблиця 3

Показники дохідності та волатильності валют

Валюта	Cumulative Return	CAGR	Std. Dev	CV
USD/UAH	141%	0,103	4,37	15,7%
EUR/UAH	118%	0,091	4,40	14,1%
CHF/UAH	184%	0,123	5,34	18,3%

4. *Економетричне моделювання.* Проведений кореляційний аналіз показав дуже тісний зв'язок між курсами євро та швейцарського франка ($r = 0,922$).

Побудована регресійна модель ($R^2 = 0,851$) має вигляд:

$$\text{CHF} = 0,000088 + 0,067 \cdot \text{USD} + 0,909 \cdot \text{EUR}.$$

Отримані коефіцієнти свідчать, що динаміка швейцарського франка значною мірою залежить від змін курсу євро, що підтверджує їх тісний взаємозв'язок у європейському фінансовому просторі.

Додатково аналіз ковзної волатильності дозволив визначити періоди підвищеного ризику, які також припадають на 2015 та 2022 роки (рис. 2).



Рис.2. Порівняльний аналіз волатильності валют.

Проведене дослідження показало, що з точки зору статистичних показників дохідності швейцарський франк демонструє найвищі результати серед досліджуваних валют. Проте важливо враховувати, що фінансова поведінка населення визначається не лише математичними розрахунками. В українських умовах, особливо в період воєнної нестабільності, перевага надається долару США. Це пояснюється його високою ліквідністю, доступністю та сформованою довірою серед населення. Швейцарський франк, незважаючи на свою статистичну привабливість, використовується значно рідше через обмежену доступність та недостатній розвиток фінансових інструментів у цій валюті.

Починаючи з 2022 року, валютний ринок зазнав суттєвих змін, зокрема через посилення державного регулювання, що впливає на точність класичних статистичних прогнозів.

Водночас для довгострокового управління фінансами доцільно використовувати диверсифікований підхід: поєднання різних валют дозволяє зменшити ризики, де швейцарський франк може виконувати захисну функцію, а долар США – забезпечувати ліквідність.

Список використаних джерел та літератури

1. Лук'яненко І. Г., Жук В. М. Економетричне моделювання валютного ринку України. *Ефективна економіка* 2018. № 1. С. 115–132.
2. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант). Навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 448 с.
3. Офіційний сайт Національного банку України. Статистика зовнішнього сектора: Показники валютного ринку. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-external>

Секція 3. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА НОВІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЦІ ТА АСТРОНОМІЇ

Гришко Олександра

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої
освіти фізико-математичного факультету
Житомирського державного університету імені Івана
Франка, м. Житомир*

Науковий керівник: Степанчиков Дмитро

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри фізики та методики її навчання
Житомирського державного університету імені Івана
Франка, м. Житомир*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ

Сучасна енергетика перебуває на етапі активного переходу до використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії, що зумовлено необхідністю зменшення залежності від викопних палив і скорочення негативного впливу на навколишнє середовище. У цьому контексті особливого значення набуває сонячна енергетика як один із найперспективніших напрямів розвитку енергетичних технологій [1].

Теоретичні та прикладні аспекти альтернативної енергетики розглядають різні способи перетворення енергії природних ресурсів у корисні види енергії, серед яких провідне місце займає фотоелектричне перетворення сонячного випромінювання [2]. Основними елементами таких систем є сонячні фотоелементи, що працюють на основі внутрішнього (вентильного) фотоефекту в напівпровідниках [3].

Найбільш поширеними є кремнієві сонячні фотоелементи, які характеризуються високою стабільністю параметрів, технологічною доступністю та ефективністю перетворення енергії [4]. Для оцінювання їх роботи ключове значення має аналіз вольт-амперних характеристик (ВАХ), що відображають залежність вихідного струму від прикладеної напруги [5].

На основі ВАХ визначаються основні параметри сонячного фотоелемента, зокрема струм короткого замикання, напруга холостого ходу, максимальна потужність та коефіцієнт заповнення, що дозволяє оцінити ефективність його функціонування [6].

Актуальність роботи полягає у необхідності підвищення ефективності фотоелектричних систем та вдосконалення методів дослідження кремнієвих сонячних фотоелементів в умовах зростаючого попиту на відновлювану енергетику.

Метою є дослідження вольт-амперних характеристик сонячних елементів на основі кремнію та аналіз їх основних електричних параметрів.

Для вивчення ВАХ сонячних фотоелементів нами була використана схема на рис.1. Фотоелемент приєднувався до джерела живлення Б5-46, напруга на якому могла змінюватись і контролювалась цифровим вольтметром, а міліамперметром вимірювався струм в колі. За допомогою комутаційного ключа полярність приєднання зовнішнього джерела до фотоелемента могла змінюватись. Вимірювання вольт-амперної характеристики проводилося в діапазоні напруг на фотоелементі від -3 В до 3 В з кроком в 0,2 В. Фотоелемент освітлювався лампою розжарення, струм крізь яку мінявся за допомогою реостата. Освітленість у площині фотодіода вимірювалася люксометром Ю-117.

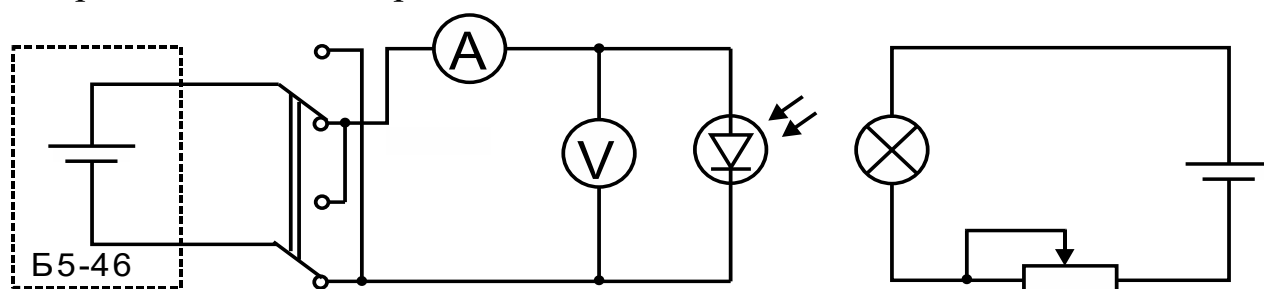


Рис. 1. Схема дослідження вольт-амперної характеристики сонячного фотоелемента

В якості об'єкту дослідження був вибраний сонячний фотоелемент на основі монокристалічного кремнію. При відсутності освітлення ВАХ сонячного фотоелемента схожа з ВАХ звичайного діода (рис. 2, крива 1). У прямому напрямку при $U > 0$ сила струму із збільшенням напруги нелінійно зростає (на графіку на відміну від класичних ВАХ діодів напрямок сили струму вибрано від'ємним, оскільки для сонячного фотоелемента це не

типовий режим роботи). При прикладанні напруги у зворотному напрямку сила струму в усьому діапазоні напруг близька до нуля (менша за 1 мА).

У випадку, коли лампа увімкнена і освітленість фотодіода становить 2000 лк (рис.2, крива 2), ВАХ в порівнянні з випадком при відсутності освітлення зсувається вгору. В робочій області фотодіода (перша чверть на графіку) із збільшенням напруги сила струму зменшується і досягає максимального значення U_{oc} (напруга холостого ходу) при $I=0$. При нульовій напрузі на фотоеlementі струм досягає максимального значення I_{sc} (струм короткого замикання) при $U=0$ і в області від'ємних напруг практично не змінюється.

При збільшенні освітленості фотоеlementa до 10000 лк спостерігається подальший зсув ВАХ в область більших сил струмів, при цьому напруга холостого ходу практично не змінюється і досягає 2.4 В. Оскільки максимальна напруга холостого ходу обмежена контактною різницею потенціалів і для типової кремнієвої комірки лежить в діапазоні 0,5-0,6 В, це свідчить про те, що досліджуваний пристрій складається з чотирьох послідовно з'єднаних комірок.

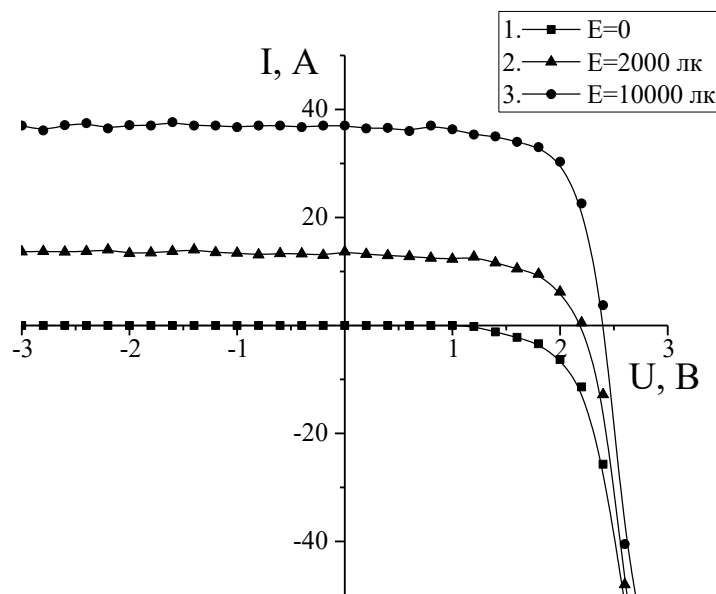


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика сонячного фотоеlementa на монокристалічному кремнії

Таким чином, запропонована методика дає можливість отримання ВАХ сонячних фотоеlementів при різному рівні освітлення. При

відсутності освітлення ВАХ фотоелемента на основі монокристалічного кремнію схожа з ВАХ звичайного фотодіода. При освітленні фотодіода ВАХ зсувається в бік більших сил струмів, причому величина зсуву залежить від рівня освітленості фотоелемента. В подальшому планується дослідити залежність величини струму короткого замикання і максимальної потужності, що можна отримати на фотоелементі, від рівня освітленості та порівняти характеристики сонячний фотоелементів на монокристалічному та полікристалічному кремнії.

Список використаних джерел та літератури

1. Кириченко М. А., Чепурна Н. В., Барановська С. В. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: методичні вказівки. Київ: КНУБА, 2022.
2. Мельничук М. Д. та ін. Альтернативна енергетика: навч. посіб. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 244 с.
3. Nelson J. The Physics of Solar Cells. Imperial College Press, 2003.
4. Кудря С. О. (за заг. ред.). Відновлювані джерела енергії. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020.
5. Твайделл Дж. Уейр А. Відновлювані джерела енергії. М.: Вища школа, 1990.
6. Титко Р., Калініченко В. Відновлювані джерела енергії. (досвід Польщі для України). Варшава – Краків – Полтава, 2012.

Андрій Грищук

*кандидат фізико-математичних
наук, доцент, завідувач кафедри фізики та методики її
навчання, Житомирський державний університет імені
Івана Франка, м. Житомир*

КВАНТОВО-РЕЛЯТИВІСТСЬКА МОДИФІКАЦІЯ РІВНЯННЯ ШРЕДІНГЕРА

Проблема узгодження квантової механіки зі спеціальною теорією відносності залишається однією з центральних у сучасній теоретичній фізиці. Класичне рівняння Шредінгера, яке є фундаментом нерелятивістської квантової механіки, забезпечує прозору інтерпретацію

хвильової функції та її ймовірнісний зміст. Проте воно не є інваріантним відносно перетворень Лоренца, що обмежує його застосування у релятивістських режимах. Відомі узагальнення — рівняння Клейна–Гордона та Дірака — забезпечують коваріантний опис, але супроводжуються труднощами з інтерпретацією густини ймовірності та побудовою фізично коректних станів.

У цьому контексті актуальним є пошук модифікацій рівняння Шредінгера, які б зберігали його інтерпретаційну прозорість і водночас узгоджувалися з вимогами релятивістської інваріантності. У даній роботі запропоновано підхід, що базується на аналітичному перетворенні рівняння Шредінгера із введенням допоміжних функцій та параметрів. Це дозволяє отримати нову форму рівняння, яка є Лоренц-інваріантною та водночас зберігає ймовірнісну інтерпретацію хвильової функції.

Запишемо повне рівняння Шредінгера:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \left(\frac{\hat{p}^2}{2m} + \hat{U} \right) \Psi \quad (1)$$

Розглянемо для зручності одновимірний випадок, а також виберемо систему так щоб потенціальна енергія була рівна нулю $U = 0$ (потім можна буде легко повернутися й до багатовимірного випадку з $U \neq 0$). В результаті рівняння набуде вигляду:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \quad (2).$$

Для спрощення здійснимо з рівнянням (2) ряд перетворень

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -a^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2}, \quad (3)$$

$$\text{де } a^2 = \frac{\hbar^2}{2m} \quad (4).$$

Розглянемо тепер допоміжне диференціальне рівняння:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + i \omega \frac{\partial \Psi}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

Розв'язок якого буде:

$$A(t) = e^{-\frac{i}{\hbar} E_{\omega} t} \text{ тут } E_{\omega} = \hbar \omega \quad (5)$$

Перепишемо рівняння де що по іншому,

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{1}{i \omega} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} \quad (6)$$

Підставимо (9) в ліву частину рівняння Шредінгера (3)

$$\frac{-i \hbar}{i \omega} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = -a^2 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \quad (7)$$

Врахуємо в 7 вигляд константи а.

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} - \frac{2E_m}{E_{\omega}} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial w^2} = 0 \quad (8)$$

$$\text{Нехай } \frac{2E_m}{E_{\omega}} = 1, (16) \text{ тоді } \omega = \frac{2mc^2}{\hbar} \quad (17)$$

Якщо за m взяти масу електрона то $\tau = \frac{1}{\omega}$ (9) фундаментальна константа часу, а $l = \tau c$ (10) — фундаментальна константа довжини або Планківська довжина.

Врахувавши (16) в (8) отримаємо:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial w^2} = 0 \quad (11)$$

В багатовимірному випадку буде:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial w^2} = 0 \text{ або } \square \Psi = 0 \quad (12)$$

Покажемо що рівняння (12) є Лоренс інваріантне. Для зручності використаємо рівняння (11). Перейдемо до нової рухомої системи координат яка рухається зі швидкістю v . Перетворення які зв'язують координати в рухомій та нерухомій системі відомі:

$$x' = \gamma(x - vt); w' = \gamma(w - \beta x). \quad (12)$$

$$\text{де } \beta = \frac{v}{c}; \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (13)$$

Знайдемо частинні похідні:

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial x'}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x'} + \frac{\partial w'}{\partial x} \frac{\partial}{\partial w'} \quad (14)$$

$$\frac{\partial}{\partial w} = \frac{\partial x'}{\partial w} \frac{\partial}{\partial x'} + \frac{\partial w'}{\partial w} \frac{\partial}{\partial w'} \quad (15)$$

Знайдемо частинні похідні використовуючи формули (12) та (13)

$$\frac{\partial x'}{\partial x} = \gamma; \quad \frac{\partial w'}{\partial x} = -\gamma\beta; \quad \frac{\partial x'}{\partial w} = -\gamma\beta; \quad \frac{\partial w'}{\partial w} = \gamma; \quad (16)$$

Підставимо (16) в (14), (15).

$$\frac{\partial}{\partial x} = \gamma \frac{\partial}{\partial x'} + \gamma\beta \frac{\partial}{\partial w'} \quad (17)$$

$$\frac{\partial}{\partial w} = -\gamma\beta \frac{\partial}{\partial x'} + \gamma \frac{\partial w'}{\partial w} \frac{\partial}{\partial w'} \quad (18)$$

Врахуємо (17) та (18) в (10) в результаті отримаємо:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial w^2} = \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x'^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial w'^2} \quad (19)$$

Таким чином рівняння (11) є Лоуренц інваріантним:

$$\square \Psi = \square' \Psi = 0 \quad (20)$$

Отримане рівняння (11) є Лоренц-інваріантним і може розглядатися як узагальнена форма рівняння Шредінгера, яка поєднує його інтерпретаційну прозорість із релятивістською симетрією. Важливо, що завдяки умові (5) хвильова функція зберігає правильну часову залежність, що дозволяє трактувати $|\Psi|^2$ як густину ймовірності. Це долає одну з головних проблем релятивістських узагальнень, таких як рівняння Клейна–Гордона.

Таким чином, запропонований підхід можна розглядати як крок до побудови більш фундаментальної моделі, яка узгоджує квантову механіку зі спеціальною теорією відносності. Подальші дослідження мають бути спрямовані на:

- узагальнення рівняння для випадку з потенціалом $U(x)$,
- аналіз багаточастинкових систем,
- співвіднесення отриманих результатів із формалізмом квантової теорії поля.

Продemonстровано, що модифікація рівняння Шредінгера може стати перспективним напрямом у пошуку нових фундаментальних рівнянь сучасної теоретичної фізики.

Список використаних джерел та літератури

1. Давидов О. С. Квантова механіка: підручник. Київ: ВД «Академперіодика», 2012. 708 с.
2. Dirac P. A. M. The Principles of Quantum Mechanics. 4th ed. Oxford: Clarendon Press, 1958. 312 p.
3. Griffiths D. J., Schroeter D. F. Introduction to Quantum Mechanics. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 500 p.
4. Landau L. D., Lifshitz E. M. Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1981. 677 p.
5. Peskin M. E., Schroeder D. V. An Introduction to Quantum Field Theory. Boulder: Westview Press, 1995. 842 p.
6. Schrödinger E. Quantisierung als Eigenwertproblem. Annalen der Physik. 1926. Bd. 79. S. 361–376.
7. Стрижак П. Є. Квантова хімія: підручник. Київ: Києво-Могилянська академія, 2009. 458 с.
8. Вакарчук І. О. Квантова механіка: підручник. 3-тє вид., доп. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 848 с.
9. Висоцький В. І. Квантова механіка та її використання у прикладній фізиці: підручник. Київ: Київський університет, 2008. 367 с.
10. Weinberg S. The Quantum Theory of Fields. Vol. 1: Foundations. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 609 p.

*Постова Дарина,
здобувачка освіти Відокремленого підрозділу
«Науковий ліцей Житомирського державного
університету імені Івана Франка», м.*

Житомир

Зіновчук Андрій

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри комп'ютерних
наук та інформаційних технологій,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

РЕЗОНАНСИ НАДБАР'ЄРНОГО ПРОХОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОНІВ В 2D СТРУКТУРАХ

Останні десятиліття характеризуються стрімким розвитком нанотехнологій та наноелектроніки. Значна частина сучасних досягнень у галузі мікроелектроніки, інформаційних технологій та телекомунікацій стала можливою завдяки використанню структур із пониженою розмірністю. Особливий інтерес викликають двовимірні напівпровідникові системи, в яких рух носіїв заряду суттєво відрізняється від процесів, характерних для об'ємних матеріалів. Фізичні властивості таких структур визначаються двома основними квантовими явищами: квантовим обмеженням та тунелюванням. Квантове обмеження призводить до зміни енергетичного спектра носіїв заряду та виникнення дискретних енергетичних рівнів. Тунелювання, своєю чергою, дозволяє частинкам проходити через потенціальні бар'єри навіть за умови, що їх енергія менша за висоту бар'єра. Проте значний інтерес становлять і процеси надбар'єрного проходження, коли енергія електрона перевищує висоту потенціального бар'єра. З точки зору класичної фізики коефіцієнт проходження в такому випадку повинен бути близьким до одиниці. Однак квантово-механічний розгляд показує наявність складної резонансної поведінки, пов'язаної з інтерференцією хвиль де Бройля. Саме дослідження таких ефектів є важливим для розуміння принципів роботи сучасних наноелектронних пристроїв. Метою роботи є дослідження резонансних особливостей надбар'єрного проходження електронів через потенціальні бар'єри у двовимірних напівпровідникових структурах.

Об'єктом дослідження є квантові структури з потенціальними бар'єрами прямокутної форми, сформованими на основі напівпровідникових гетероструктур AlGaAs/GaAs. Для аналізу процесів транспорту носіїв заряду було використано модель ефективної маси електрона та квантово-механічний опис руху частинок у потенціальному полі. Розрахунок коефіцієнта прозорості здійснювався шляхом знаходження хвильових функцій у кожній області структури та визначення ймовірності проходження електрона через потенціальні бар'єри. Для двохбар'єрних структур застосовано метод матриць переносу, який дозволяє пов'язати коефіцієнти хвильових функцій у різних областях системи. Цей підхід широко використовується для аналізу багатошарових квантових структур і забезпечує високу точність чисельних розрахунків. Чисельне моделювання виконувалося мовою програмування Python. Для проведення розрахунків використовувалися бібліотеки NumPy для роботи з матрицями, SciPy для виконання математичних операцій з комплексними величинами та Matplotlib для побудови графіків і візуалізації результатів.

Спочатку було досліджено надбар'єрне проходження електронів через один потенціальний бар'єр. Теоретичний аналіз показав, що коефіцієнт прозорості залежить не лише від енергії електрона, а й від геометричних параметрів бар'єра – його ширини та висоти.

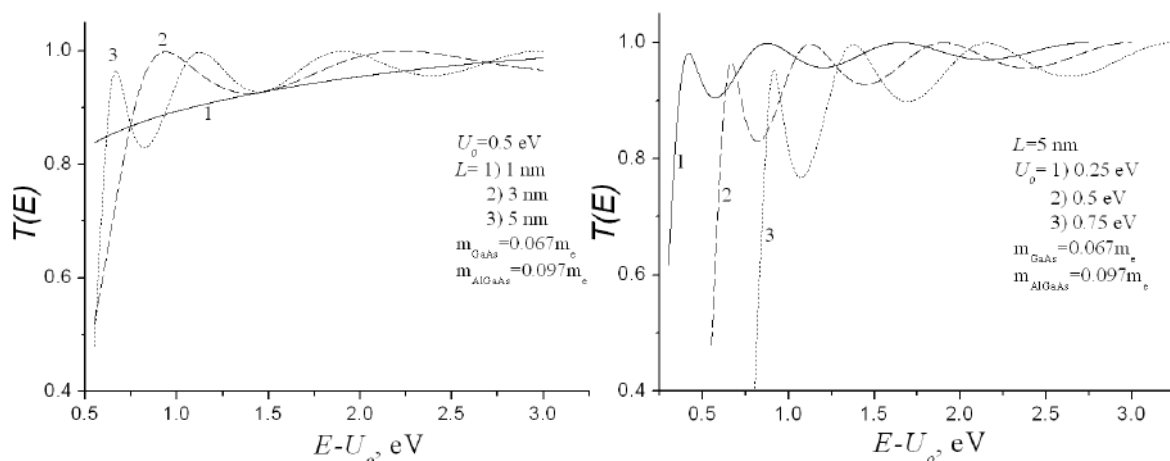


Рис. 1. Залежність коефіцієнта прозорості від енергії електрона для різних ширин і висот потенціального бар'єра. m_{GaAs} , m_{AlGaAs} – ефективні маси електронів в GaAs та AlGaAs; L – товщина бар'єра; U_0 – висота бар'єра

Отримані результати свідчать, що при малих значеннях ширини бар'єра коефіцієнт проходження монотонно зростає зі збільшенням енергії

електрона. Проте зі збільшенням ширини бар'єра на графіках з'являються виражені мінімуми та максимуми. Їх виникнення пояснюється інтерференцією електронних хвиль, відбитих від меж потенціального бар'єра.

Було встановлено, що збільшення ширини бар'єра призводить до зростання кількості резонансних особливостей. Крім того, збільшується глибина мінімумів коефіцієнта прозорості, що свідчить про посилення інтерференційних ефектів.

Окремо було проаналізовано вплив висоти потенціального бар'єра. Зі збільшенням висоти спостерігається зміщення положення резонансних мінімумів та зміна їх амплітуди. Таким чином, параметри бар'єра можуть бути використані для керування транспортними характеристиками структури.

Наступним етапом стало дослідження двохбар'єрних систем.

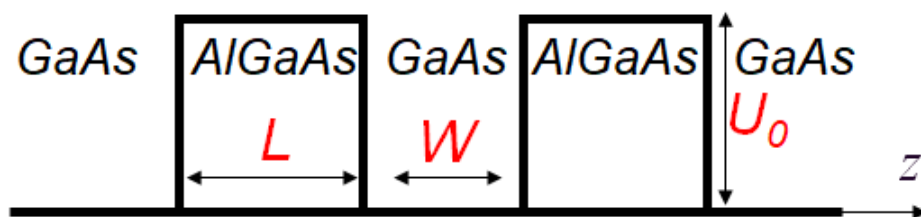


Рис. 2. Схема двохбар'єрної квантової структури

У таких структурах важливу роль відіграє відстань між бар'єрами. Наявність додаткової області між бар'єрами призводить до багаторазового відбиття електронних хвиль та формування складної інтерференційної картини.

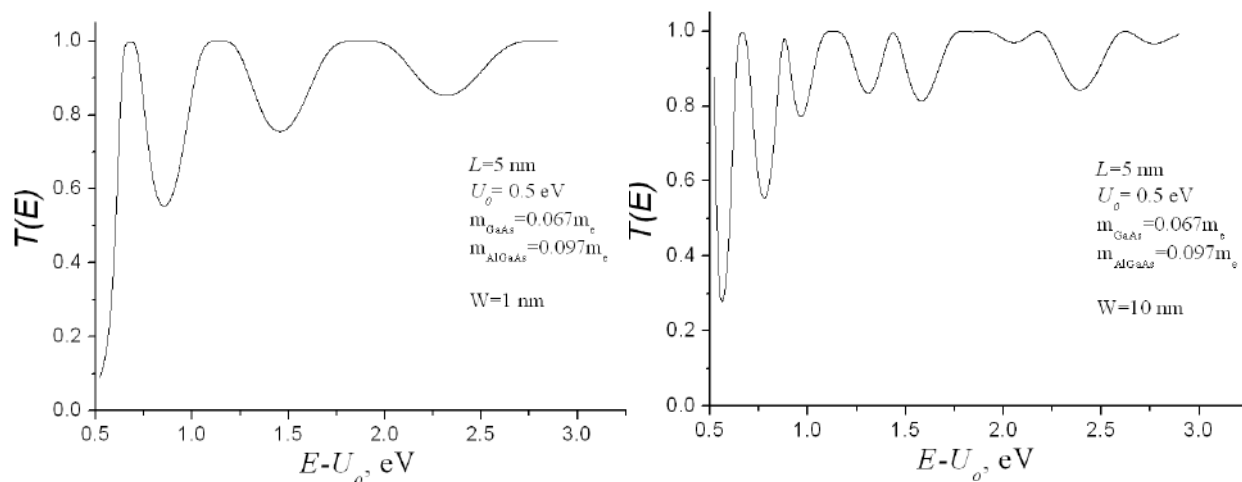


Рис. 3. Залежність коефіцієнта прозорості від енергії електрона при різних міжбар'єрних відстанях (W).

Результати розрахунків показали, що при малих міжбар'єрних відстанях поведінка коефіцієнта прозорості залишається подібною до випадку одного бар'єра. Це означає, що електрон практично не розрізняє окремі бар'єри і сприймає систему як єдиний потенціальний об'єкт. Зі збільшенням міжбар'єрної відстані картина істотно змінюється. На графіках виникають додаткові резонансні максимуми та мінімуми, а залежність коефіцієнта прозорості від енергії набуває складного нерегулярного характеру. Це пов'язано з накладанням кількох інтерференційних процесів, що виникають між окремими бар'єрами. Отримані результати демонструють високу чутливість транспортних характеристик квантових структур до їх геометричних параметрів. Така особливість може бути використана під час проєктування електронних і оптоелектронних приладів, у яких необхідно забезпечити вибіркове проходження носіїв заряду певних енергій.

Таким чином, у роботі проведено теоретичне та чисельне дослідження надбар'єрного проходження електронів через потенціальні бар'єри у двовимірних напівпровідникових структурах.

У результаті дослідження встановлено такі закономірності:

1. При надбар'єрному проходженні електронів через один або декілька потенціальних бар'єрів спостерігаються резонансні особливості коефіцієнта прозорості, які не можуть бути пояснені в рамках класичної фізики.

2. Збільшення ширини потенціального бар'єра призводить до зростання кількості резонансів та посилення інтерференційних ефектів.

3. Для двохбар'єрних структур істотний вплив на транспортні характеристики має міжбар'єрна відстань. При її збільшенні коефіцієнт прозорості набуває складної нерегулярної залежності від енергії електрона.

Отримані результати можуть бути використані для оптимізації параметрів сучасних наноелектронних пристроїв, зокрема транзисторів, резонансно-тунельних структур та квантово-каскадних лазерів.

Список використаних джерел та літератури

1. Griffiths D. J., Schroeter D. F. Introduction to Quantum Mechanics. 3rd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2018. 500 p.
2. Harrison P., Valavanis A. Quantum Wells, Wires and Dots:

Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures. 5th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2024. 656 p.

3. Ferry D. K., Goodnick S. M., Bird J. P. Transport in Nanostructures. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2009. 808 p.

4. Grundmann M. The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications. 4th ed. Cham : Springer, 2021. 889 p.

5. Donarini A., Grifoni M. Quantum Transport in Interacting Nanojunctions: A Density Matrix Approach. Cham : Springer, 2024. 574 p.

6. Ritchie D. Semiconductor Nanodevices: Physics, Technology and Applications. Amsterdam : Elsevier, 2021. 474 p.

Полякова Олександра

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої
освіти фізико-математичного факультету,
Житомирський державний університет імені
Івана Франка, м. Житомир*

Науковий керівник: Андрій Гришук

*кандидат фізико-математичних наук, доцент
Житомирський державний університет імені
Івана Франка, м. Житомир*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ ДИСПЕРСІЇ ОБМЕЖЕНИХ ФОНОННИХ МОД ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА СПЕКТР БАГАТОШАРОВОЇ НАНОСТРУКТУРИ

Сучасні дослідження напівпровідникових наносистем спрямовані на вивчення фізичних процесів у квантових плівках та каскадних лазерах, створених на їхній основі [1,2]. Особливу увагу приділяють впливу електрон-фононної взаємодії на енергетичний спектр та характеристики випромінювання таких систем. Відомо, що фононні коливання істотно впливають на перенормування енергії електронів, а також визначають особливості переносу заряду й енергетичні параметри наноструктур.

Для ефективного керування характеристиками каскадних лазерів необхідно дослідити внесок різних типів фононних мод у спектр електронних станів. Це вимагає аналізу законів дисперсії обмежених та

інтерфейсних фононів, а також визначення їхнього впливу на перенормування енергії носіїв заряду.

У роботі проведено теоретичне дослідження електрон-фононної взаємодії у багатошарових плоских наносистемах. Отримано гамільтоніани взаємодії електрона з обмеженими та інтерфейсними фононами у представленні вторинного квантування, а також проаналізовано внески окремих типів коливань залежно від параметрів наносистеми.

Розглядається багатошарова наносистема $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$, розміщена у середовищі $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ (Рис. 1).

я даної структури хвильові функції електрона в кожному шарі відомі з роботи [3].

$$\Psi_i(z) = A_i \exp(k_i z) + B_i \exp(-k_i z) \quad i=-2, -1, \dots, 4. \quad (1)$$

де A_i та B_i відомі коефіцієнти, k_i — квазіімпульси електрона в i -му шарі системи.

Щоб знайти спектр електрона який перенормований інтерфесними фононами слід розв'язати стаціонарне рівняння Шредінгера в такому виді:

$$\hat{H}\Psi(z) = E\Psi(z) \quad (2)$$

Гамільтоніан системи подається у вигляді суми

$$\hat{H} = \hat{H}_e + \hat{H}_{ph} + \hat{H}_{e-l}, \quad (3)$$

де $\hat{H}_e$ - гамільтоніан електронів, $\hat{H}_{ph}$ - гамільтоніан фононів, $\hat{H}_{e-l}$ - гамільтоніан взаємодії електрона з інтерфейсними фононами.

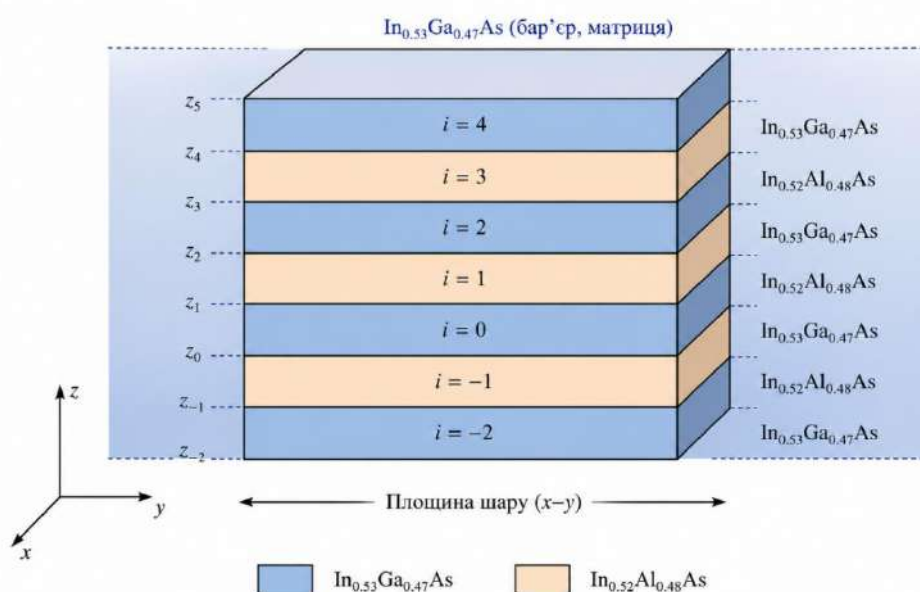


Рис. 1. Геометрична схема досліджуваної наносистеми.

Після переходу до представлення вторинного квантування та використання операторів народження і знищення функцію Гріна можна записати у вигляді:

$$G_{\mu\mu}(k, \omega) = \{\omega - E_{\mu}(k) - M_{\mu\mu}(k, \omega)\}^{-1} \quad (4)$$

де враховано перенормовану енергію $E_{\mu}(k)$ та масовий оператор $M_{\mu\mu}(k, \omega)$. Використання рівняння Дайсона [4] дозволяє визначити парціальні внески кожного типу коливань у перенормування енергії електрона.

У формулі (4) масовий оператор задається виразом:

$$M_{\mu\mu}(k, \omega) = \sum_{q, n', s} \frac{|F_{ln'}^{n'}(q, s)|^2}{\omega - E_{n'}(k - q) - \Omega_{l, s}} \quad (5)$$

де $F_{ln'}^{n'}(q, s)$ функції зв'язку, які визначаються у процесі вторинного квантування гамільтоніана (3).

Отримані результати дозволяють знайти парціальні внески в перенормування енергії електрона кожного типу коливань які присутні в системі, а також дослідити еволюцію спектра в залежності від товщини z_i шарів плівок. Крім того побудована теорія в подальшому дозволить знайти внесок фононних коливальних мод в спектр екситона.

Список використаної літератури

1. Cao J C Interband Impact Ionization and Nonlinear Absorption of Terahertz Radiation in Semiconductor Heterostructures // Phys. Rev. Lett. 91 (23) pp. 237401.-237405 (2003)
2. Y.U. Bing. Interface phonon modes in quantum cascade lasers // Chin.phus.lett., 22(9), pp.2403-2406 (2005)
3. Gryschyk A. Boiko I. Influence of dimensional static and dynamic charges on conduction in the active zone of a quantum cascade laser // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics, 2015 V.18, N.2. P. 123-127.
4. Voitsekhivska O., Gryschyk A. Properties of interface phonon spectra in complicated cylindrical nanosystem // Condensed Matter Physics. – 2007. – V.10, №1(49)– P.17-22.
5. Rücker H., Molinari E., Lugli P. Microscopic calculation of the electron-phonon interaction in quantum wells // Phys.Rev.B, 45, pp. 6747-6756 (1992)

6. Zhang L., Xie H.J. and C.Y. Chen Surface and interface optical phonon modes and electron-phonon interaction in a multi-shell spherical system // Eur.Phys.J., 27, pp.577-582.(2002)

7. Michael A. Strosio and G. J. Iafrate. Transfer matrix method for interface optical-phonon modes in multiple-interface heterostructure systems // J. Appl. Phys. 82 (7), pp. 3363-3367(1997)

Синюк Юлія

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти фізико-математичного факультету Житомирського державного університету імені Івана Франка, м. Житомир

Науковий керівник: Степанчиков Дмитро

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики її навчання Житомирського державного університету імені Івана Франка, м. Житомир

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ

Світлодіоди (LED – Light Emitting Diode) є напівпровідниковими приладами, що перетворюють електричну енергію на світлове випромінювання. Принцип їх роботи базується на явищі електролюмінесценції, яке виникає під час рекомбінації носіїв заряду у р–п переході напівпровідника. Сьогодні світлодіоди стали невід’ємною частиною сучасної електроніки та освітлювальної техніки. Вони широко застосовуються у побутовому й промисловому освітленні, транспорті, рекламі, телекомунікаційних системах, медичних приладах, дисплеях та оптоелектронних системах [1].

Історія створення світлодіодів розпочалася ще на початку ХХ століття після відкриття явища електролюмінесценції у напівпровідниках. Перші світлодіоди практичного призначення були створені у 1960-х роках і випромінювали червоне світло малої інтенсивності. Подальший розвиток технологій привів до створення світлодіодів різних кольорів, а особливо важливим стало створення синіх світлодіодів наприкінці ХХ століття, що

дало змогу отримувати біле світло та використовувати LED як повноцінні джерела освітлення [2]. Завдяки високій енергоефективності, тривалому терміну експлуатації та компактним розмірам світлодіоди швидко витісняють традиційні лампи розжарювання й люмінесцентні джерела світла.

Основними перевагами світлодіодів є низьке енергоспоживання, високий коефіцієнт корисної дії, значний ресурс роботи, механічна міцність та екологічна безпечність. Крім того, світлодіоди характеризуються швидким увімкненням, низьким тепловиділенням і можливістю отримання різного спектрального складу випромінювання [1; 2]. Однак існують і певні недоліки: залежність параметрів від температури, необхідність використання стабілізованих джерел живлення, а також поступове зменшення світлового потоку в процесі експлуатації.

Актуальність теми дослідження зумовлена широким застосуванням LED-технологій у сучасних системах освітлення. Для ефективного використання світлодіодів важливо враховувати не лише їх потужність або світловий потік, але й особливості розподілу випромінювання у просторі. Саме форма діаграми спрямованості визначає рівномірність освітлення, яскравість поверхонь та ефективність освітлювальної системи загалом. Дослідження просторового розподілу випромінювання має важливе значення для проєктування світильників, автомобільних фар, прожекторів, дисплеїв та інших оптоелектронних пристроїв [3].

Об'єктом дослідження є світлодіоди як джерела світлового випромінювання. Предметом дослідження є просторовий розподіл інтенсивності випромінювання світлодіодів. Метою статті є дослідження закономірностей просторового розподілу випромінювання світлодіодів та аналіз факторів, що впливають на форму їх діаграми спрямованості.

Світлодіод є джерелом світла з певною кутовою характеристикою випромінювання. На відміну від ламп розжарювання, які випромінюють світло майже рівномірно в усіх напрямках, LED-випромінювання є переважно напрямленим. Це пояснюється конструкцією напівпровідникового кристала та особливостями оптичної системи корпусу світлодіода [4]. Просторовий розподіл сили світла часто описується наближеною математичною моделлю: $I(\theta) = I_0 \cos^n \theta$ (1), де $I(\theta)$ – сила

світла під зенітним кутом θ до нормалі к поверхні світлодіода, I_0 – максимальна сила світла вздовж нормалі, n – параметр спрямованості випромінювання.

Для аналізу характеристик світлодіодів використовують діаграми спрямованості, що демонструють залежність сили світла від кута спостереження. Вузькоспрямовані світлодіоди застосовуються у прожекторах, сигнальних системах та оптичних сенсорах, тоді як світлодіоди з широким кутом випромінювання використовують у системах загального освітлення [3]. На форму діаграми спрямованості впливають геометрія кристала, матеріал корпусу, наявність лінз і розсіювачів.

Сучасні дослідження також враховують вплив мікроструктури поверхні світлодіодів, текстурованих покриттів та масивів LED на характеристики випромінювання. Використання спеціальних оптичних елементів дозволяє змінювати просторовий розподіл світла залежно від практичних потреб [5; 6]. Тому дослідження просторового розподілу випромінювання світлодіодів є важливим напрямом розвитку сучасної оптоелектроніки та енергоефективних систем освітлення.

Для вивчення кутового розподілу випромінювання світлодіода нами була розроблена установка, принципова схема якої наведена на рис.1. В ході дослідження використовуюся світлодіод (Сд) у вигляді плоского масиву елементів 3x3, залитого люмінофором, розміром 10x10 мм. Масив живився джерелом постійного струму з напругою 14 В, при цьому крізь нього протікав струм 0,57 А, що відповідало потужності 8 Вт. Світлодіод розміщувався над центром робочого столика гоніометра Г5 і міг обертатись навколо власної осі, змінюючи азимутальний кут площини φ , в якій проводились вимірювання.

На рухомій трубці гоніометра розміщувався фотоелемент (Фд), який разом з трубою міг бути повернутий під різними зенітними кутами θ відносно нормалі до площини масиву світлодіодів. За допомогою фотоелемента визначалась

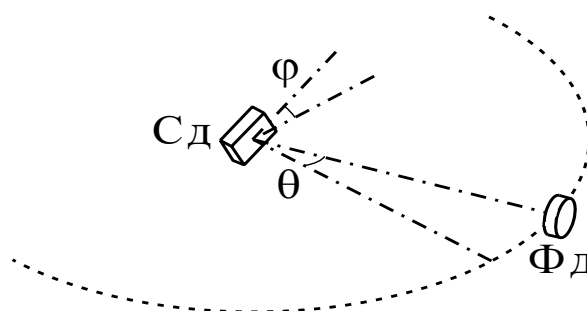


Рис. 1. Принципова схема установки для вивчення кутового розподілу випромінювання світлодіода

інтенсивність випромінювання під певним кутом, яка в свою чергу пропорційна силі світла.

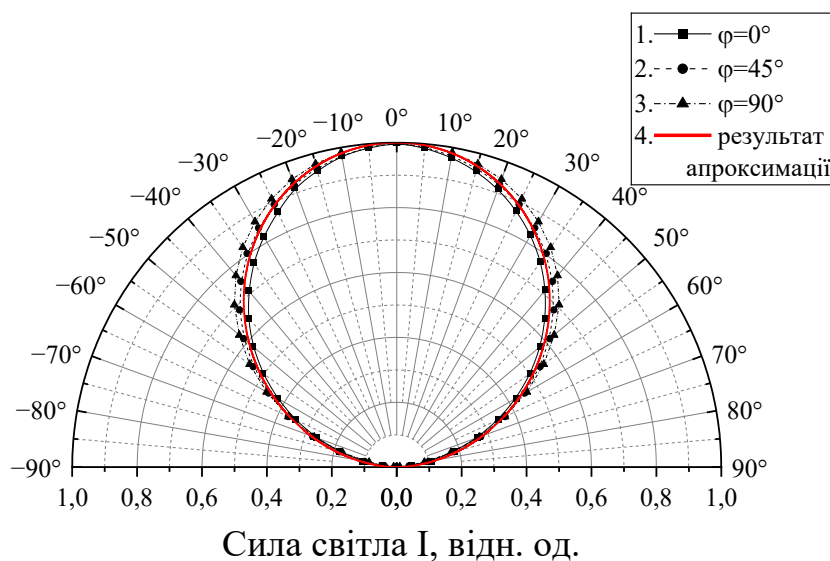


Рис. 2. Індикатриса випромінювання $I(\theta)$ світлодіода

На рис.2 зображено одержані експериментально індикатриса випромінювання $I(\theta)$ світлодіода для трьох різних значень азимутального кута φ (криві 1-3). Для досліджуваного світлодіода індикатриса випромінювання виявилась симетричною відносно нормалі до його поверхні. Також спостерігається дуже слабка залежність від азимутального кута. Тому нами була проведена нелінійна апроксимація усього масиву даних за співвідношенням (1). Найкраще узгодження з результатами експерименту досягалося при значенні параметра спрямованості випромінювання $n=1,18\pm0,01$ (рис.2, крива 4). Таким чином випромінювання досліджуваного світлодіода дещо відрізняється від ламбертового джерела, для якого $n=1$.

Знаючи параметр n , визначивши освітленість E_0 на відстані r від джерела для площадки, перпендикулярної до нормалі, та відповідну силу світла $I_0 = E_0 r^2$ можна розрахувати повний світловий потік від джерела:

$$\Phi = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I(\theta) \sin \theta d\theta d\varphi = \frac{2\pi I_0}{n+1},$$

$$\Phi = \frac{2\pi E_0 r^2}{n+1}. \quad (2)$$

Для досліджуваного світлодіода $E_0=680$ лк при $r=0,5$ м і за результатами розрахунку $\Phi=490$ лм.

Отже, описана методика дослідження кутового розподілу випромінювання світлодіодів та визначення повного світлового потоку. Для досліджуваного зразка було встановлено, що індикатриса випромінювання відрізняється від ламбертового джерела, симетрична відносно нормалі та слабо змінюється при повороті відносно неї. В подальшому передбачається продовжити дослідження з іншими типами світлодіодів та визначити параметри їх ефективності.

Список використаних джерел та літератури

1. Schubert E. F. *Light-Emitting Diodes*. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2006. 422 p.
2. Zukauskas A., Shur M., Gaska R. *Introduction to Solid-State Lighting*. New York : Wiley-Interscience, 2002. 207 p.
3. Moreno I., Sun C.-C. Modeling the radiation pattern of LEDs // *Optics Express*. 2008. Vol. 16, No. 3. P. 1808–1819. DOI: 10.1364/OE.16.001808.
4. Moreno I. Spatial distribution of LED radiation // *Proceedings of SPIE*. 2006. Vol. 6342. DOI: 10.1117/12.692273.
5. Cheng L.-W. et al. Simulation for light power distribution of 3D InGaN/GaN MQW LED with textured surface // *Optical and Quantum Electronics*. 2011. Vol. 42, No. 11. P. 739–745. DOI: 10.1007/s11082-011-9470-y.
6. Moreno I., Sun C.-C., Tsonchev R. I. Far-field condition for light-emitting diode arrays // *Applied Optics*. 2009. Vol. 48, No. 6. P. 1190–1197. DOI: 10.1364/AO.48.001190.

Чулаєвський Дмитро

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти фізико-математичного факультету,

Житомирський державний університет імені

Івана Франка, м. Житомир

Науковий керівник: Андрій Грищук

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

завідувач кафедри фізики та методики її навчання,

Житомирський державний університет імені

Івана Франка, м. Житомир

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ ДИСПЕРСІЇ ОБМЕЖЕНИХ ФОНОННИХ МОД ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА СПЕКТР БАГАТОШАРОВОЇ НАНОСТРУКТУРИ

Стрімкий розвиток нанофізики та технологій створення напівпровідникових гетероструктур зумовив значне зростання інтересу до дослідження квантово-розмірних систем. Багатошарові наноструктури на основі напівпровідникових сполук широко використовуються під час розробки сучасних оптоелектронних приладів, зокрема квантових каскадних лазерів, інфрачервоних детекторів та високочастотних електронних компонентів. Енергетичні характеристики таких систем значною мірою визначаються взаємодією електронів із коливаннями кристалічної ґратки.

У складних багатошарових наносистемах виникають різні типи фононних мод, серед яких особливу роль відіграють обмежені та інтерфейсні фонони. Саме вони впливають на процеси перенормування енергії носіїв заряду, механізми релаксації та формування спектральних характеристик системи. Дослідження законів дисперсії фононних коливань дозволяє глибше зрозуміти фізичні процеси, що відбуваються в нанорозмірних структурах, а також створити теоретичну основу для оптимізації параметрів напівпровідникових приладів.

Особливий інтерес становлять наноструктури типу $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$, які завдяки своїм електронним та оптичним властивостям широко застосовуються в сучасній наноелектроніці. Вивчення електрон-фононної взаємодії у таких системах є важливим етапом побудови адекватних теоретичних моделей, необхідних для опису

спектра електронних станів та прогнозування характеристик квантових пристроїв.

У даній роботі проведено дослідження впливу обмежених фононних мод на енергетичний спектр багатошарової наносистеми. Використовуючи методи вторинного квантування, побудовано гамільтоніан електрон-фононної взаємодії та проаналізовано внесок окремих типів коливань у перенормування енергії електронних станів.

Розглядається багатошарова наносистема $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$, Геометрія структури передбачає чергування шарів квантових ям і бар'єрів, у межах яких формуються локалізовані електронні стани та фононні коливання. (Рис. 1).

Для даної наносистеми хвильові функції електрона в кожному шарі відомі [3].

$$\Psi_i(z) = A_i \exp(k_i z) + B_i \exp(-k_i z) \quad i=-2,-1,\dots,4. \quad (1)$$

де A_i та B_i відомі коефіцієнти, k_i — квазіімпульси електрона в i -му шарі системи.

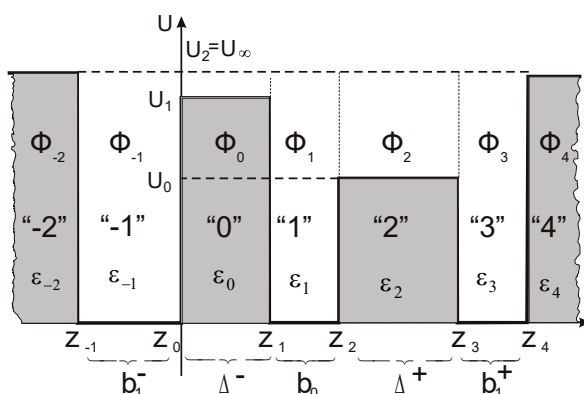


Рис. 1. Потенціальна та геометрична схема досліджуваної наноструктури.

Для визначення перенормованого спектра електрона в присутності фононних коливань використовується стаціонарне рівняння Шредінгера

$$\hat{H}\Psi(z) = E\Psi(z) \quad (2)$$

Повний гамільтоніан системи записується у вигляді

$$\hat{H} = \hat{H}_e + \hat{H}_{ph} + \hat{H}_{e-L}, \quad (3)$$

де $\hat{H}_e$ - гамільтоніан електрона, $\hat{H}_{ph}$ - гамільтоніан фонона, $\hat{H}_{e-L}$ - гамільтоніан взаємодії електрона з обмеженими фононами.

Після переходу до представлення вторинного квантування та використання операторів народження і знищення функцію Гріна можна подати у вигляді:

$$G_{\mu\mu}(k, \omega) = \{\omega - E_{\mu}(k) - M_{\mu\mu}(k, \omega)\}^{-1} \quad (4)$$

Дана функція Гріна містить переформовану енергію $E_{\mu}(k)$ та масовий оператор $M_{\mu\mu}(k, \omega)$, який визначає внесок електрон-фононної взаємодії у зміну енергетичного спектра. Для його знаходження використовується рівняння Дайсона [4].

Варто відмітити що масовий оператор в такому випадку матиме вигляд:

$$M_{\mu\mu}(k, \omega) = \sum_{q, n', s_m} \frac{|F_{Ln}^{n'}(q, s_m)|^2}{\omega - E_{n'}(k - q) - \Omega_{L, s_m}} \quad (4)$$

де $F_{Ln}^{n'}(q, s_m)$ функції зв'язку, що визначаються під час вторинного квантування гамільтоніана взаємодії (3). Отримані співвідношення дозволяють дослідити вплив геометричних параметрів наносистеми на характер фононного спектра та величину перенормування енергії електронних станів.

У статті описано побудовану теоретичну модель електрон-фононної взаємодії у багат шаровій наносистемі $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ та досліджено вплив обмежених фононних мод на енергетичний спектр електронних станів. На основі методів вторинного квантування отримано вирази для гамільтоніана взаємодії та функції Гріна системи.

Показано, що фононні коливання відіграють важливу роль у процесах перенормування енергії електрона, а величина їхнього внеску суттєво залежить від геометричних параметрів структури. Встановлено, що зміна товщини шарів призводить до зміни спектра обмежених фононних мод та впливає на характер електрон-фононної взаємодії.

Отримані результати можуть бути використані для аналізу процесів релаксації носіїв заряду та дослідження механізмів формування спектра випромінювання квантових каскадних лазерів. Крім того, побудована модель створює основу для подальшого дослідження фононних ефектів у складних напівпровідникових наноструктурах та може бути застосована під час моделювання сучасних оптоелектронних приладів.

Список використаних джерел та літератури

1. Cao J.C. Interband Impact Ionization and Nonlinear Absorption of Terahertz Radiation in Semiconductor Heterostructures // *Phys. Rev. Lett.* 91(23), pp. 237401–237405 (2003).
2. Bing Y.U. Interface phonon modes in quantum cascade lasers // *Chin. Phys. Lett.*, 22(9), pp. 2403–2406 (2005).
3. Gryshchuk A.M., Gryshchuk V.V., Boyko I.V. Electrostatic potential and phonon modes in a multilayered quantum nanowells // *Proc. XIII International Conference “Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems”*, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 2011, p.196.
4. Rücker H., Molinari E., Lugli P. Microscopic calculation of the electron-phonon interaction in quantum wells // *Phys. Rev. B*, 45, pp. 6747–6756 (1992).

Секція 4. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Бондар Сергій,

асистент кафедри фізики та методики її навчання,

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, м. Житомир

ВИКОРИСТАННЯ КОНТРПРИКЛАДІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ БУДОВИ РЕЧОВИНИ. ТЕРМОДИНАМІКА»

На сучасному етапі розвитку освіти в Україні, в умовах переходу до Нової української школи та впровадження компетентнісного підходу, пріоритетом стає не просто накопичення учнями суми знань, а формування наукового світогляду та навичок критичного мислення. Фізика як навчальний предмет має унікальний потенціал для розвитку цих якостей. Проте, практика викладання свідчить про наявність суттєвої проблеми — формалізму в знаннях учнів. Школярі часто успішно відтворюють формулювання законів та розв'язують стандартні задачі, але виявляються неспроможними пояснити якісні явища або застосувати знання у змінених умовах.

Особливо гостро ця проблема проявляється під час вивчення розділу «Молекулярна фізика та термодинаміка». Це зумовлено специфікою навчального матеріалу: високим рівнем абстракції (поняття ідеального газу, ентропії, внутрішньої енергії) та наявністю в учнів стійких донаукових уявлень (преконцепцій), сформованих побутовим досвідом. Наприклад, інтуїтивне ототожнення температури і тепла, хибне розуміння природи тиску або нерозуміння статистичного характеру теплових процесів. Традиційні пояснювально-ілюстративні методи часто не здатні зруйнувати ці хибні стереотипи, оскільки нові знання нашаровуються на старі помилкові структури, не змінюючи їх.

Психолого-педагогічні дослідження (Ж. Піаже, Л. Виготський, М. Махмутов) вказують, що ефективне формування наукових понять вимагає активної розумової діяльності, яка часто запускається через створення проблемної ситуації або когнітивного конфлікту. Одним із найдієвіших

інструментів ініціювання такого конфлікту є використання контрприкладів — фактів, експериментів або логічних побудов, що суперечать інтуїтивним очікуванням учнів або їхнім хибним узагальненням.

Використання контрприкладів дозволяє реалізувати принцип «навчання через дослідження», де учень проходить шлях від висування гіпотези до її спростування та пошуку істини. Незважаючи на високу дидактичну цінність цього прийому, у методичній літературі питання систематичного використання контрприкладів при вивченні молекулярної фізики висвітлено недостатньо. Більшість розробок носять фрагментарний характер і не складають цілісної системи.

Розвиток наукового мислення учнів неможливий без звернення до логічних основ науки. Одним із ключових понять, що забезпечує верифікацію знань та встановлення меж застосовності теорій, є поняття «контрприклад». Розуміння його сутності вимагає аналізу у трьох площинах: формально-логічній, історико-науковій та дидактичній.

Логічною основою використання контрприкладів є метод «доведення від супротивного» (*reductio ad absurdum*). У навчанні фізики цей метод працює за таким алгоритмом:

1. Припускаємо, що хибне твердження учня є істинним.
2. Шляхом логічних виводів доходимо до наслідку, який суперечить відомим фактам або здоровому глузду (абсурд).
3. На основі отриманого протиріччя робимо висновок про хибність початкового припущення.

Розділ складається з двох великих блоків, кожен з яких має свої потенційні ризики для формування прекоцепцій:

1. *Молекулярно-кінетична теорія (МКТ):*
 - *Основні поняття:* ідеальний газ, температура як міра кінетичної енергії, основне рівняння МКТ.
 - *Газові закони:* рівняння Клапейрона-Менделєєва, ізопроцеси.
 - *Ризик формалізму:* Модель ідеального газу вводиться як базова абстракція. Через брак часу вчителі часто не акцентують увагу на межах цієї моделі. Як наслідок, учні переносять властивості ідеального газу (відсутність взаємодії молекул, відсутність власного об'єму) на реальні

гази, що призводить до помилок при аналізі явищ зрідження газів та насиченої пари.

2. Термодинаміка:

- *Основні поняття:* внутрішня енергія, робота газу, кількість теплоти, перший та другий закони термодинаміки, теплові двигуни.

- *Ризик формалізму:* Поняття внутрішньої енергії (U) та кількості теплоти (Q) часто змішуються в свідомості учнів. Формулювання законів термодинаміки часто сприймаються як абсолютні істини, що працюють у будь-яких умовах, без розуміння їх статистичної природи (для систем з величезною кількістю частинок).

На основі аналізу програми та типових помилок учнів (ЗНО, олімпіади), можна виділити чотири ключові «конфліктні зони», де застосування контрприкладів є методично необхідним.

Зона 1: Межі застосовності моделі ідеального газу:

- *Стандартне твердження програми:* $pV = \nu RT$.
- *Хибне узагальнення учня:* «Це рівняння працює завжди».
- *Потенційний контрприклад:* Поведінка газів при високому тиску та низьких температурах (поява сил Ван-дер-Ваальса, конденсація).

Зона 2: Зв'язок макропараметрів (Тиск і Температура фазових переходів):

- *Стандартне твердження:* Вода кипить при 100, лід тане при 0.
- *Хибне узагальнення:* Температури фазових переходів є константами речовини.
- *Потенційний контрприклад:* Кипіння води під вакуумним дзвоном (при 20°C); танення льоду під тиском (regelation).

Зона 3: Перший закон термодинаміки (Тепло і Робота):

- *Стандартне твердження:* $\Delta U = Q + A$.
- *Хибне узагальнення:* «Щоб нагріти тіло ($\Delta U > 0$), треба надати йому тепло ($Q > 0$)». Учні ігнорують доданок роботи (A).
- *Потенційний контрприклад:* Адіабатне стиснення (дизель), де нагрівання відбувається виключно за рахунок виконання роботи над газом ($Q = 0$).

Зона 4: Необоротність теплових процесів:

- *Стандартне твердження:* Закон збереження енергії.

– *Хибне узагальнення*: «Якщо енергія зберігається, то можна повернути тепло від холодильника до нагрівника без затрат енергії» або ідея вічного двигуна другого роду.

– *Потенційний контрприклад*: Мисленнєві експерименти (Демон Максвелла) та аналіз роботи теплових насосів/двигунів для демонстрації зростання ентропії.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що:

1. Контрприклад є логічно обґрунтованим інструментом наукового пізнання (розділ 1.1).

2. Психологічною основою їх дії є створення когнітивного конфлікту, що запускає процес концептуальної зміни (розділ 1.2).

Шкільна програма з фізики містить чітко окреслені «конфліктні зони», зміст яких дозволяє і вимагає застосування методики контрприкладів для подолання формалізму знань.

Список використаній джерел та літератури

1. Атаманчук П. С. Дидактика фізики (основи новітніх технологій навчання) : навч. посіб. / П. С. Атаманчук. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І. Огієнка, 2019. 320 с.

2. Благодаренко Л. Ю. Теорія і методика навчання фізики : навч. посіб. / Л. Ю. Благодаренко, М. І. Шут, М. Т. Мартинюк. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2016. 384 с.

3. Пометун О. І. Критичне мислення як педагогічний феномен / О. І. Пометун // Український педагогічний журнал. 2018. № 2. С. 89-98.

4. Савченко В. Ф. Організація навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики : метод. посіб. / В. Ф. Савченко. Чернігів : Десна Поліграф, 2017. 184 с.

5. Driver R. Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas / R. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson. London : Routledge, 2015. 224 p.

6. Limón M. On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal / M. Limón // Learning and Instruction. 2001. Vol. 11, Issue 4-5. P. 357-380.

7. Mazur E. Peer Instruction: A User's Manual / E. Mazur. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1997. 253 p.

8. Posner G. J. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change / G. J. Posner, K. A. Strike, P. W. Hewson, W. A. Gertzog // Science Education. 1982. Vol. 66 (2). P. 211–227.

9. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 15.01.2024).

10. PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder). URL: <https://phet.colorado.edu/uk> (дата звернення: 15.01.2024).

Бондар Сергій,

*асистент кафедри фізики та методики її навчання,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

ЕКОЛОГІЧНА КОМПОНЕНТА В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Проблема світової екологічної кризи посідає одне з найголовніших місць сьогодення. Науково-технічні, хімічні і атомні виробництва, які постійно розвиваються, привели світову спільноту до ряду серйозних екологічних проблем. Наслідки виробничої діяльності людини порушують рівновагу між суспільством і навколишньою природною дійсністю. Тому на сьогодні перед школою в рамках екологічної освіти постають серйозні завдання. По-перше, подолати утилітарно-споживче ставлення до природи та сформувати відповідальне ставлення до неї. По-друге, показати глобальність існуючих на даний момент екологічних проблем, охопивши всю сукупність досвіду взаємодії людини та природи, що забезпечує її виживання та сталий розвиток і вираженої у вигляді моральних норм, цінностей, теоретичних знань, способів практичних дій, вчинків та культурних традицій.

Розглядаючи на навчальних заняттях питання забруднення навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, впливу на довкілля викидів від теплових двигунів та різних шкідливих виробництв та інші важливі аспекти глобальної екологічної кризи – учні формують базові екологічні знання. Вони зможуть передбачати і надалі усувати наслідки антропогенного впливу на

навколишнє природне середовище, раціонально споживати та використовувати різні види енергії тощо.

У зв'язку з загостренням глобальних екологічних проблем суспільство нашої країни набуло необхідності формування природоохоронних знань. Особливу увагу зараз варто приділяти екологічній освіті в школах. Так як у більшості з них немає такої дисципліни як «Екологія», дуже важливо формувати екологічні знання на уроках різних загальноосвітніх предметів, таких, наприклад, як фізика.

Основні завдання екологічної освіти у школі:

1. об'єднати та систематизувати знання, що розкривають характер взаємовідносин природи та людини на різних етапах її розвитку;
2. вивчити та проаналізувати поточний стан навколишнього природного середовища;
3. ознайомити учнів з причинами та наслідками екологічної кризи, виявити можливі шляхи подолання;
4. сформувати особистісне ставлення до збереження довкілля та активну життєву позицію.

Для якісного формування в учнів знання про біосферу необхідно знати деякі екологічні поняття: земля; вода; атмосфера; різні фізичні фактори природного середовища, їх параметри та роль у протіканні фізичних, хімічних та біологічних процесів у біосфері; допустимі норми цих властивостей для різних біосфер. До того ж учням слід засвоїти в курсі фізики такі фактори та параметри природного середовища: температура, тиск, вологість повітря, прискорення вільного падіння, поверхневий натяг, звук, електромагнітне поле, радіоактивність. З погляду екологічної освіти необхідно розкрити роль цих понять та величин як важливих фізичних факторів та параметрів перебігу різних процесів у біосфері із зазначенням їх допустимих норм.

Говорячи про важливість під час уроків фізики екологічної освіти, необхідно розглянути й основні шляхи її безпосередньої реалізації. Насамперед педагог має пояснити учням фізичні закономірності, які є основою глобальних атмосферних явищ. Також необхідно продемонструвати прилади, які дають змогу здійснити екологічну оцінку допустимих фізичних характеристик місця проживання. Можлива демонстрація фрагментів фільмів, що показують вплив та наслідок

людської діяльності на навколишнє природне середовище. До того ж вчитель фізики може організувати й самостійне здобуття учнями екологічних знань під час підготовки рефератів, невеликих повідомлень і доповідей, і навіть різних презентацій для уроків-конференцій. Також можна запропонувати учням розробку екологічних проєктів для вирішення певних проблем за допомогою фізики. По можливості педагог, у межах позаурочної роботи, має право проводити екскурсії з метою показу учням результатів виробничої діяльності.

Для того щоб на уроках фізики успішно реалізувати екологічну освіту необхідно виявити основні напрямки екологічного матеріалу, що використовується вчителем. Виходячи з цього, можна розділити весь екологічний матеріал, що засвоюється учнями, на три основні напрямки:

1. природна сфера;
2. охорона природи;
3. раціональне використання природних ресурсів.

До фізико-екологічного матеріалу ми зараховуватимемо процеси та явища, що протікають у природі, які є значущими як для всієї біосфери планети, так і для окремих живих організмів, включаючи людину. Наприклад, процеси та явища, що впливають на розвиток живого середовища та умови його проживання. Якщо прийняти центральним елементом розгляду техносферу в її взаємодії з навколишнім середовищем, то в коло екологічно значущих явищ включаються технологічні процеси та всі наслідки господарювання людини, які істотно впливають на стан природи та самої людини. Значними з погляду екології є також знання про різні природні об'єкти, які є довкіллям живих організмів. Це такі об'єкти, як Світовий океан (і океани, що є його складовими елементами), атмосфера планети, літосфера планети та дрібніші природні об'єкти (річки, ліси, пустелі тощо).

Екологічне виховання вимагає наявності в учнів базових уявлень про природу, про прогрес у науці та техніці, про використання нешкідливих для природи джерел енергії, таких, як енергія Сонця та вітру. Всі ці уявлення можуть бути отримані школярами в курсах географії та біології та дуже важливо у 7 класі на уроках фізики розвивати та поглиблювати ці знання. Враховуючи вікові особливості, а конкретніше – спрямованість на зорове, емоційне сприйняття ними навчального матеріалу, існує необхідність

використання наочного матеріалу та дослідів, розкриття сутності природних явищ у ході самостійних спостережень та робіт учнів. Виробивши цю початкову базу екологічної інформації, вони, вже у старших класах матимуть потребу у поглибленні існуючих знань й у формуванні необхідних для життя і майбутньої трудової діяльності екологічний умінь і навичок. Слід застосовувати різноманітні моделі, використовувати презентації, відеоролики, аудіоматеріал та те, що відрізняє фізику від інших предметів – досліди. Наочність тут необхідна, оскільки екологічні явища сприймаються за результатами, а суть того, що відбувається прихована від спостерігача.

Вивчення питань екології на уроках фізики може будуватися на основі опорних понять, сформованих в учнів на уроках природознавства та географії деякі уявлення про елементарні взаємодії між суспільством і природою, набувають інтересу до природи та техніки, накопичують до цього часу і досвід польових робіт, який також важливо використовувати для формування екологічних знань.

Усі екологічні поняття та визначення, які слід розглянути на уроках фізики, можна умовно поділити на чотири категорії: поняття, що стосуються природного середовища; поняття, що стосуються людського суспільства; поняття, що стосуються різної техніки та науки; поняття щодо охорони екології.

Будь-яка природнича дисципліна нерозривно пов'язана з екологією. Тому велику увагу варто приділити ролі екологічної освіти в курсі шкільної фізики.

Для успішної реалізації екологічної освіти, педагогу слід використовувати на уроках не тільки основний матеріал з теми, що вивчається, а й матеріал екологічного характеру. При цьому найбільш розумним буде поєднання екологічного матеріалу з різними ігровими та творчими формами проведення навчального заняття.

Оскільки бюджет часу на засвоєння всієї необхідної інформації обмежений, педагогу максимально важливо вміти лаконічно поєднувати в навчальному процесі основні знання з предмету та екологічний матеріал.

- питання екології повинні мати взаємозв'язок зі змістом матеріалу, що вивчається;

- вони повинні викладатися в інформативному плані, забираючи від уроку не більше 10 хвилин (за винятком практично повністю присвячених екології навчальним темам);
- найкраще використовувати питання екології для підвищення інтересу;
- важливо здійснювати міжпредметні зв'язки.

Список використаних джерел та літератури

1. Теоретико-методичні основи вдосконалення системи освіти: дидактичний аспект: колективна монографія / В. Д. Шарко, Г. С. Юзбашева, Н. С. Шолохова та ін.; за ред. Г. С. Юзбашевої. Херсон: КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2014. 440 с.
2. Шаповалова Л.А. Методика розв'язування задач міжпредметного змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Л.А. Шаповалова; Нац. пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. К., 2002. 20 с
3. Шарко В. Д. Методологічні засади сучасного уроку: Посібник для студентів, керівників шкіл, вчителів, працівників післядипломної освіти / В. Д.Шарко. Херсон: Видавництво ХНТУ, 2009. 120 с.
4. Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С., Дінжос Р. В. Сучасний урок фізики в контексті STEM-освіти / Миколаїв, МНУ, 2016
5. Мисліцька Н.А., Заболотний В.Ф. Методичний інструментарій вчителя і викладача фізики. - Вінниця : ВДПУ, 2017. 126 с.

Жигора Олександра,
здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету
Науковий керівник: Чемерис Ольга Анатоліївна,
доцент кафедри алгебри та геометрії,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МАТЕМАТИКИ З ЕКОНОМІКОЮ ТА ПРИРОДОЗНАВСТВОМ: РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Одним із ключових викликів сучасної математичної освіти є подолання предметної ізольованості шкільних дисциплін, що не дозволяє учням бачити і застосовувати математичний апарат у реальних ситуаціях. Результати PISA-2022 засвідчили, що саме задачі з реальним міжпредметним контекстом викликають найбільші труднощі у школярів, - що свідчить про системні прогалини у реалізації міжпредметних зв'язків у практиці навчання. Водночас Державний стандарт базової середньої освіти України та концепція НУШ визначають міжпредметну інтеграцію як обов'язкову умову формування математичної, природничо-наукової та підприємницької компетентностей [2]. У цьому контексті особливої актуальності набуває пошук дидактично обґрунтованих засобів реалізації міжпредметних зв'язків, доступних для широкого впровадження в шкільну практику.

Мета дослідження - теоретично обґрунтувати та розробити методику використання електронних таблиць (Google Sheets, Microsoft Excel) як засобу реалізації міжпредметних зв'язків математики з економікою та природознавством, а також перевірити її ефективність у педагогічному експерименті. У дослідженні використано методи аналізу наукової літератури, класифікації, педагогічного проєктування, педагогічного квазіексперименту, анкетування, тестування та математичної статистики.

Методику побудовано на основі шести принципів проєктування навчальних завдань: реальність контексту (опора на реальні або реалістичні дані з відповідної предметної галузі); математична

насиченість (міжпредметний контекст збагачує, а не витісняє математичний зміст); технологічна обґрунтованість (застосування таблиці є дидактично необхідним, а не декоративним); дослідницький характер (завдання формулюється у вигляді дослідницького запитання, а не алгоритму дій); поступовість складності (від репродуктивних завдань до повноцінних дослідницьких проєктів); рефлексивний компонент (обов'язкове завершальне завдання на інтерпретацію отриманих результатів) [5]. Сукупність цих принципів забезпечує системний, а не епізодичний характер реалізації міжпредметних зв'язків.

У межах дослідження розроблено три методичні сценарії, що охоплюють обидва напрями міжпредметних зв'язків та відповідають ключовим темам курсу алгебри 9 класу. Сценарій 1 «Математика фінансового рішення» реалізує зв'язок із економікою в рамках теми «Складний відсоток і геометрична прогресія»: учні моделюють реальні умови банківських депозитів засобами Google Sheets (функції FV, PMT), будують графіки зростання капіталу і порівнюють прибутковість різних фінансових пропозицій. Сценарій 2 «Математичний аналіз екологічних даних» реалізує зв'язок із природознавством: учні аналізують реальні метеорологічні дані засобами статистичних функцій (AVERAGE, STDEV, CORREL), будують лінії тренду і роблять висновок про наявність або відсутність статистично значущих змін клімату в регіоні. Сценарій 3 «Модель зростання популяції» є інтегрованим міні-проєктом: учні порівнюють лінійну, квадратичну та показникову моделі реальних даних і будують прогноз зі змістовним обґрунтуванням вибору моделі [6].

Педагогічний експеримент проводився у 2025–2026 навчальному році на базі одного із закладів загальної середньої освіти Житомирської області. До дослідження залучено 54 учні 9-х класів: експериментальна група - 27 учнів (9-А клас), контрольна група - 27 учнів (9-Б клас). Обидва класи навчалися в одного вчителя математики за однаковою навчальною програмою, що забезпечило дотримання вимоги контрольованих умов [3]. Діагностика проводилась у три етапи (констатувальний, формувальний, контрольний) за трьома показниками: математичні знання і вміння (вхідний/підсумковий тест, 60 балів); здатність до міжпредметного застосування математики (3 задачі з реальним контекстом, 30 балів);

навчальна мотивація і ставлення до математики (анкета за шкалою Лайкерта, 5 балів).

Констатувальний етап засвідчив початкову однорідність груп: різниця між середніми значеннями за кожним показником не перевищувала 2 відсоткових пункти ($p > 0,05$ за t-критерієм Стюдента). Упродовж формувального етапу (12 тижнів, 24 уроки) в експериментальній групі послідовно реалізовано всі три методичні сценарії та систему тренувальних завдань; контрольна група навчалась за традиційною методикою.

Результати контрольного етапу наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Результати педагогічного експерименту (середні значення у % від максимального балу)

Показник	Контрольна група (n=27)		Експериментальна група (n=27)	
	Конст. етап	Контр. етап	Конст. етап	Контр. етап
Математичні знання і вміння	57,0 %	66,3 %	56,3 %	73,5 %
Міжпредметне застосування	53,7 %	60,8 %	52,0 %	72,4 %
Навчальна мотивація	58,0 %	61,4 %	56,0 %	69,2 %

Приріст результатів в експериментальній групі виявився суттєво вищим за всіма трьома показниками: за математичними знаннями - 17,2 відсоткового пункти (проти 9,3 у контрольній), за міжпредметним застосуванням - 20,4 (проти 7,1), за мотивацією - 13,2 (проти 3,4). Розподіл учнів за рівнями виконання завдань на міжпредметне застосування (Таблиця 2) свідчить про системний характер відмінностей між групами.

Статистична значущість відмінностей між групами підтверджена t-критерієм Стюдента для незалежних вибірок: за показником міжпредметного застосування $t = 3,94$ ($p < 0,01$); за математичними знаннями $t = 2,81$ ($p < 0,05$); за мотивацією $t = 2,43$ ($p < 0,05$). Усі виявлені відмінності є статистично значущими, що дозволяє атрибутувати їх впливу розробленої методики [3]. Показово, що найбільший відносний приріст за

показником міжпредметного застосування зафіксовано в учнів із початково низьким рівнем підготовки (+26 відсоткових пунктів), що свідчить про потенціал методики як засобу подолання навчальних нерівностей.

Таблиця 2

Розподіл учнів за рівнями виконання завдань на міжпредметне застосування (контрольний етап)

Рівень виконання	Контрольна група	Експериментальна група
Початковий (0–40 %)	6 учнів (22,2 %)	2 учні (7,4 %)
Середній (41–60 %)	11 учнів (40,7 %)	7 учнів (25,9 %)
Достатній (61–80 %)	7 учнів (25,9 %)	12 учнів (44,4 %)
Високий (81–100 %)	3 учні (11,1 %)	6 учнів (22,2 %)

Якісний аналіз спостережень і підсумкових бесід з учнями засвідчив, що реальний контекст задач і дослідницький характер роботи в Google Sheets сприяли формуванню усвідомленого ставлення до математики як до практичного інструменту: учні відзначали, що «нарешті зрозуміли, навіщо потрібні відсотки», «побачили формулу в дії» та «стали уважніше читати числові дані у новинах». Це є якісним індикатором формування математичної грамотності у трактуванні PISA [4].

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що систематичне використання електронних таблиць як засобу реалізації міжпредметних зв'язків математики з економікою та природознавством є педагогічно ефективним підходом, який статистично значущо покращує математичні знання, здатність до застосування математики в реальних контекстах і навчальну мотивацію учнів порівняно з традиційним навчанням. Розроблені методичні сценарії та система принципів проєктування завдань є готовим практичним інструментом для вчителів математики загальноосвітніх шкіл і можуть бути впроваджені в навчальний процес без суттєвих матеріальних або організаційних затрат - оскільки хмарний сервіс Google Sheets є безкоштовним і доступним з будь-якого пристрою з підключенням до мережі Інтернет.

Список використаних джерел та літератури

1. Baker J. E., Sugden S. J. Spreadsheets in Education – The First 25 Years. *Spreadsheets in Education (eJSiE)*. 2003. Vol. 1, No 1. P. 18–43.

2. Державний стандарт базової середньої освіти : затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п> (дата звернення: 10.05.2026).
3. Cohen L., Manion L., Morrison K. *Research Methods in Education*. 8th ed. London : Routledge, 2018. 914 p.
4. OECD. *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris : OECD Publishing, 2023. 346 p. URL: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en> (дата звернення: 10.05.2026).
5. Раков С. А. *Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ* : монографія. Харків : Факт, 2005. 360 с.
6. Чемерис О. А., Прус А. В., Фонарюк О. В. *Майстерня GeoGebra: практичний підхід до візуалізації математики* : методичні рекомендації. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 46 с.

Киричук Олександр

*Здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету, Житомирського державного
університету імені Івана Франка*

Науковий керівник: Жуковський Сергій,
*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій, Житомирський
державний університет імені Івана
Франка, м. Житомир*

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ

Актуальність проблеми навчання програмуванню в сучасній школі зумовлена стрімкою цифровізацією всіх сфер суспільного життя. Проте традиційні методи викладання часто не враховують психологічні особливості сучасних учнів, що призводить до втрати інтересу до предмета. Формування стійкої мотивації є першочерговим завданням вчителя інформатики, оскільки без емоційної залученості процес опанування складних логічних конструкцій стає формальним.

Теоретичний аналіз проблеми дозволив встановити, що інтерактивність є фундаментальною характеристикою сучасного освітнього середовища. Використання платформи Code.org на початкових етапах дозволяє учням відчувати ситуацію успіху через виконання ігрових завдань. Гейміфікований підхід нівелює страх перед помилкою, оскільки кожна невдача сприймається як частина ігрового процесу, а не як підстава для негативного оцінювання [1].

Наступним етапом є впровадження середовища Scratch, яке базується на концепції конструкціонізму. У цьому середовищі учень стає творцем власного мультимедійного продукту. Можливість миттєвої візуалізації коду дозволяє учневі бачити «втілення своєї думки», що є потужним внутрішнім стимулом. Соціальна складова Scratch (можливість ділитися проєктами) задовольняє потребу підлітків у самовираженні та соціальному визнанні.

Перехід до текстового програмування за допомогою бібліотеки Python Turtle забезпечує наступність навчання. Текстовий синтаксис мови Python сприймається учнями легше, якщо він підкріплений графічним результатом — малюванням геометричних фігур та фракталів. Це дозволяє утримувати високий рівень мотивації навіть при переході до складніших абстрактних тем.

Експериментальне дослідження, проведене серед 30 учнів, підтвердило гіпотезу про ефективність інтерактивних засобів. Результати свідчать про зростання високого рівня мотивації на 26,7%. У учнів сформувалося стійке позитивне ставлення до програмування, а кількість тих, хто раніше демонстрував пасивність, скоротилася до мінімальних значень. Це дозволяє стверджувати, що інтерактивні технології є дієвим інструментом модернізації шкільної ІТ-освіти [3].

Таблиця 1.

Порівняльні результати експерименту (n=30)

Рівень мотивації	До експерименту	Після експерименту	Динаміка
Високий	13,3%	40,0%	+26,7%
Середній	46,7%	53,3%	+6,6%
Низький	40,0%	6,7%	-33,3%

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що використання інтерактивних засобів програмування є одним із найбільш ефективних шляхів розв'язання проблеми низької мотивації учнів на уроках інформатики. Теоретичний аналіз та практична апробація методики довели, що такі середовища, як Code.org, Scratch та Python Turtle, виступають не лише технічними інструментами, а й потужними психолого-педагогічними стимуляторами пізнавальної активності. Завдяки впровадженню ігрових механік та візуалізації алгоритмічних процесів, навчання трансформується з механічного засвоєння синтаксису в процес живого експериментування та інтелектуальної творчості [4].

Результати експериментального навчання за участю 30 учнів продемонстрували стійку позитивну динаміку: рівень високої мотивації зріс майже втричі, а кількість учнів із байдужим ставленням до предмета скоротилася до мінімуму. Це підтверджує, що оперативний зворотний зв'язок та можливість миттєво бачити результат своєї праці допомагають підліткам долати когнітивні бар'єри та формують ситуацію успіху для кожного школяра. Встановлено, що послідовний перехід від блочного до текстового програмування дозволяє зберегти емоційну залученість учнів навіть при ускладненні навчального матеріалу [2].

Отже, можна зробити висновок, що інтерактивні технології забезпечують гуманізацію ІТ-освіти, роблячи її доступною та привабливою для сучасного покоління «цифрових аборигенів». Впровадження розроблених рекомендацій у широку педагогічну практику сприятиме не лише підвищенню якості знань, а й свідомому вибору учнями майбутньої професійної траєкторії в галузі високих технологій. Подальший розвиток даної теми може бути пов'язаний із дослідженням можливостей мобільних інтерактивних додатків для підтримки безперервної ІТ-освіти.

Список використаних джерел та літератури

1. Биков В. Ю., Литвинова С. Г., Лук'янчук С. В. Цифрова трансформація освіти: нові вимоги до вчителя. Цифрова платформа: становлення інноваційного середовища. 2023. Т. 6. № 1. С. 12–25.
2. Морзе Н. В., Барна О. В. Інформатика : підруч. для 7 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : Оріон, 2024. 192 с.

3. Колос К. Р. Розвиток цифрової компетентності учнів у середовищі Scratch. Професійна освіта: проблеми і перспективи. 2023. Вип. 24. С. 56–61.

4. Стеценко І. В. Методика навчання програмування учнів основної школи. Черкаси: ЧНУ, 2022. 156 с.

Кондратенко Каріна,

здобувачка 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

Дронговська Наталія,

здобувачка 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

Бендес Юрій

доктор педагогічних наук, професор

кафедри фізики та методики її навчання,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ»

У контексті глобальної цифровізації природничої освіти фундаментальна підготовка майбутніх фахівців вимагає перегляду традиційних дидактичних підходів. Тема «Коливання та хвилі» посідає особливе місце у курсі фізики, оскільки її опанування закладає фундамент для розуміння акустики, оптики та квантової механіки. Проте висока абстрактність базових параметрів (амплітуда, частота, початкова фаза) та неможливість прямого візуального спостереження за фазовими зсувами у реальному часі створюють когнітивний бар'єр для учнів.

Використання засобів інформаційних технологій (ІТ), таких як комп'ютерне моделювання (КМ) та інтерактивні симуляції (ІС), дозволяє трансформувати освітній процес із пасивного споглядання у активне дослідження. Цифрові інструменти (PhET, Algodoo, GRAN1) забезпечують можливість «чистого» експерименту, де учень може миттєво змінювати параметри системи, спостерігаючи за динамічною перебудовою графіків. Метою цього дослідження є комплексний аналіз впливу ІТ-засобів на якість засвоєння теоретичного матеріалу та формування практичних, дослідницьких умінь учнів при вивченні коливальних і хвильових процесів.

На основі аналізу наукових праць Мельничука К. А., під ІТ у навчальному процесі ми розуміємо сукупність методів та програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою інтенсифікації навчання, візуалізації прихованих фізичних механізмів та персоналізації освітньої траєкторії. Модернізація традиційного уроку фізики через ІТ дозволяє подолати обмеженість натурного експерименту, зокрема вплив неконтрольованого тертя або недосконалість вимірювальних приладів.

Класифікація ІТ-засобів за функціональним призначенням та рівнем інтерактивності представлена у таблиці 1.

Таблиця 1.

Класифікація ІТ у навчанні

Тип ІТ і джерело	Приклад застосування та предмет/сфера
Мультимедійні презентації [5]	Візуалізація фізичних процесів, Фізика
Комп'ютерне моделювання [12]	Моделювання коливань та хвиль, Фізика
Системи управління навчанням (LMS) [11]	Контроль успішності, онлайн-тести, Педагогіка, дистанційне навчання
Мобільні застосунки [22]	Персоналізовані навчальні завдання, ІТ, природничі науки

Віртуальні лабораторії [3]	Дослідницькі експерименти онлайн, Природничі науки
Інтерактивні симулятори [14]	Вивчення механічних коливань, Фізика
Хмарні сервіси [13]	Спільна робота над проєктами, Будівництво, містобудування
Онлайн-платформи [1]	Дистанційні лекції та семінари, Педагогіка, ІТ
Тип ІТ і джерело	Приклад застосування та предмет/сфера
Мультимедійні презентації [5]	Візуалізація фізичних процесів, Фізика

Інтерактивність дозволяє учневі перейти від ролі об'єкта навчання до суб'єкта дослідницької діяльності, що є критичним для розуміння динамічних систем.

Впровадження ІТ у вивчення фізики суттєво трансформує когнітивну сферу учнів. Спираючись на дослідження Верхоли Ю. І., Голівка М. В. та Єчкала Ю. В., можна стверджувати, що цифрова візуалізація слугує зовнішньою опорою для формування абстрактного мислення. Коли учень маніпулює віртуальним маятником, його мозок фіксує причинно-наслідкові зв'язки швидше, ніж при сухому аналізі формул.

Ключові психолого-педагогічні ефекти:

1. Пізнавальний: Розвиток логічних операцій через порівняння теоретичних моделей із результатами комп'ютерного експерименту. Формування стійких образів фізичних величин.
2. Мотиваційний: Гейміфікація дослідницького процесу (наприклад, у ВЛ) знімає страх перед помилкою, стимулюючи пізнавальний інтерес.
3. Соціально-комунікативний: Розвиток цифрової компетентності та навичок колаборації під час роботи в LMS або при використанні ХС для спільного збору даних.
4. Емоційно-вольовий: Формування впевненості у власних силах через отримання миттєвого зворотного зв'язку від ІС.

Тема традиційно вважається однією з найскладніших через:

Високу абстрактність учні мають оперувати поняттями «фаза» та «різниця фаз», які не мають прямої аналогії в повсякденному макросвіті.

Складність математичного апарату. Розуміння гармонічних коливань вимагає вільного володіння тригонометричними функціями. Для учнів 9-х класів це створює бар'єр, оскільки їхні знання з геометрії та алгебри часто не встигають за потребами курсу фізики.

Обмеженість обладнання. Традиційні пружинні та математичні маятники мають високе згасання, що заважає продемонструвати «чистий» резонанс або ізохронність коливань.

Розглянемо порівняння методів вивчення теми:

Традиційні методи.

- Лекційний виклад із малюванням статичних графіків на дошці.
- Демонстрація маятників, де важко точно зафіксувати амплітуду.
- Розв'язування задач, де учень не бачить фізичного змісту за символами.

Інноваційні методи (ІТ-засоби).

- Використання ВЛ для моделювання процесів у вакуумі без сил тертя.
- Використання GRAN1 для миттєвої зміни періоду та спостереження за стисненням графіків.
- Використання мобільних датчиків (акселерометрів) для збору даних у реальному часі.

Використання PhET та віртуальних моделей Для вивчення гармонічних коливань рекомендується наступна методична послідовність у середовищі PhET (симуляція «Massa and Springs»):

Етап експерименту: Учень встановлює жорсткість пружини та масу вантажу.

Етап спостереження: Активація режиму «Slow motion» для фіксації точок максимального відхилення та рівноваги.

Етап варіації: Поступове збільшення коефіцієнта тертя (damping) для порівняння реальної кривої згасання з ідеальною синусоїдою.

Моделювання суперпозиції Додавання двох коливань однакової частоти, що відбуваються в одному напрямку, є базою для розуміння інтерференції. Математична модель описує зміщення x як: $x = x_1 + x_2 = a \cos(\omega t + \phi_0)$, де x_1 та x_2 — миттєві зміщення складових коливань. Амплітуда результуючого коливання a розраховується за формулою: $a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\phi_2 - \phi_1)$.

Використання ІТ дозволяє учням побачити, як при $\Delta\phi = 0$ амплітуди додаються арифметично, створюючи конструктивну інтерференцію.

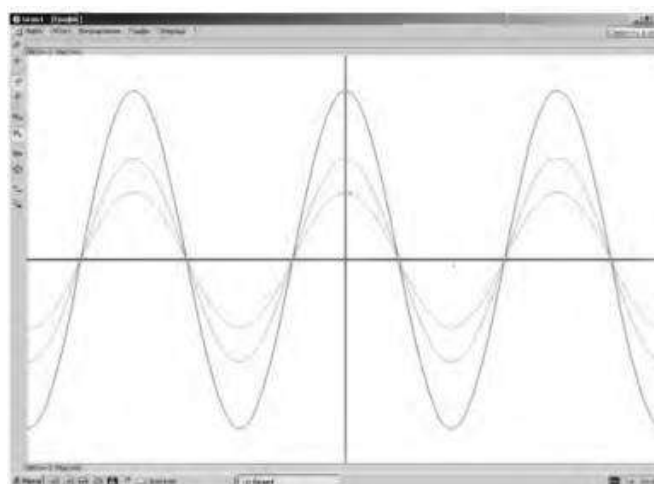


Рис. 1. Графік додавання коливань при $\Delta\phi = 0$

Явище биття При додаванні двох коливань із близькими частотами ($\nu_1 \approx \nu_2$) виникає биття — циклічна зміна амплітуди. Методика моделювання: Учень у програмному середовищі задає частоти 100 Гц та 102 Гц. ІТ-інструмент візуалізує результуючий сигнал, де чітко видно «пучності» та «вузли» амплітудної обвідної. Це дозволяє пояснити принцип налаштування музичних інструментів «на слух».

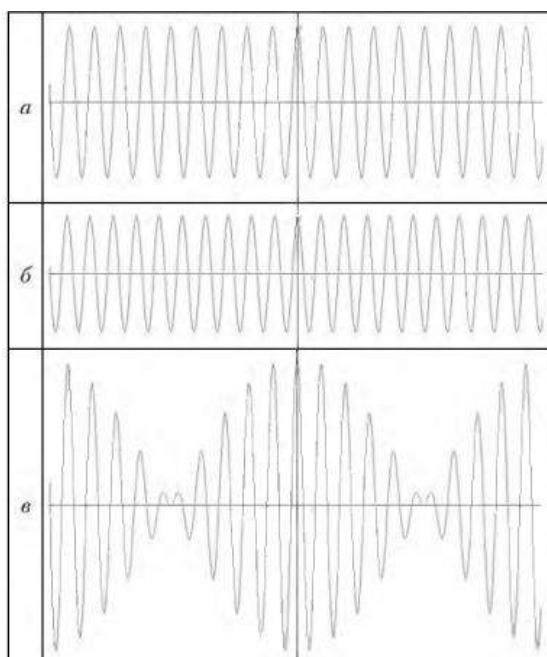


Рис. 2. Графік виникнення биття

Фігури Лісажу Додавання взаємно перпендикулярних коливань найкраще вивчати через КМ. Специфіка траєкторій залежить від співвідношення частот $n_x:n_y$ та різниці фаз:

При співвідношенні 1:1 та $\Delta\phi=\pi/2$ утворюється коло або еліпс.

При співвідношенні 1:1 та $\Delta\phi=0$ — пряма лінія.

При співвідношенні 1:2 утворюється характерна вісімка. ІТ-засоби дозволяють учневі плавно змінювати фазу, спостерігаючи «обертання» фігури у просторі.

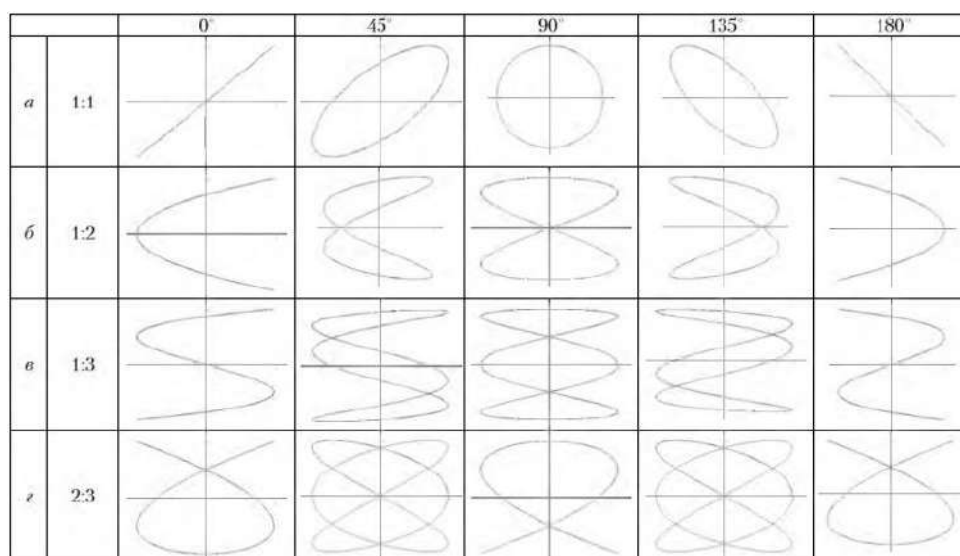


Рис. 3. Фігури Лісажу

Синтез результатів дослідження підтверджує, що учні, які використовували КМ, демонструють на 25-30% вищий рівень розуміння графічних задач. ІТ-засоби дозволяють змістити акцент із механічних обчислень на концептуальний аналіз фізичних явищ.

Таблиця 1.

Використання ІТ у навчанні фізики

<i>ІТ-засіб</i>	<i>Вплив на психіку та мотивацію учнів</i>	<i>Вплив на мислення та когнітивні процеси</i>	<i>Вплив на самостійну та дослідницьку діяльність</i>	<i>Приклад використання</i>
Комп'ютерне моделювання	Підвищує зацікавленість, стимулює емоційне залучення	Розвиває логічне, критичне мислення, формує абстрактні уявлення	Дозволяє проводити експерименти, аналізувати дані, робити висновки	Моделювання коливань та хвиль, спостереження динаміки фізичних процесів
Мультимедійні презентації	Підсилюють увагу та емоційну залученість	Допомагають систематизувати знання та краще засвоювати інформацію	Використовуються для підготовки самостійних завдань та проектів	Візуалізація фізичних явищ, графіків, схем
Інтерактивні симулятори	Мотивують до активної участі у навчанні	Сприяють розвитку аналітичного та критичного мислення	Дає можливість моделювати різні сценарії та експериментувати	Вивчення механічних коливань, електромагнітних процесів

Онлайн-платформи та LMS	Стимулюють інтерес через гейміфікацію та інтерактивність	Сприяють структурузації знань, організації матеріалу	Підтримують самостійну роботу, контроль прогресу	Дистанційні лекції, тести, завдання для самостійного опрацювання
Віртуальні лабораторії	Підвищують мотивацію через інтерактивність та безпеку	Розвивають аналітичні здібності та здатність робити висновки	Дозволяють проводити дослідження та оцінювати результати	Дослідницькі експерименти онлайн, моделювання фізичних процесів
Хмарні сервіси	Заохочують командну роботу, спілкування, обмін досвідом	Сприяють системному мисленню, навичкам організації та планування	Підтримують спільні проекти та аналіз даних	Спільна робота над проектами, обмін результатами та звітами
Мобільні застосунки	Мотивують через персоналізовані завдання та інтерактивність	Сприяють формуванню навичок планування та самоконтролю	Дає змогу працювати автономно та індивідуально	Персоналізовані навчальні завдання, інтерактивні вправи

Ефективність вивчення теми «Коливання та хвилі» прямо залежить від інтеграції традиційних методів із цифровими КМ та ІС, що забезпечує перехід від абстрактних формул до наочних моделей.

Використання ІТ-засобів (зокрема PhET, Algodoo, GRAN1) дозволяє подолати методичні труднощі, пов'язані з математичною складністю тригонометричного апарату та неможливістю демонстрації «чистих» процесів.

Впровадження ВЛ стимулює розвиток вищих когнітивних функцій учнів — аналізу, синтезу та критичного оцінювання результатів експерименту.

Систематичне використання ІТ формує цифрову компетентність, готуючи учнів до використання складних інженерних та наукових інструментів у майбутній професійній діяльності.

Список використаних джерел та літератури

1. Верхола Ю. І. Використання інформаційних технологій у вечірній школі. Український педагогічний журнал та інформаційні технології. 2017. Т. 5, Вип. 1. С. 78–81.
2. Голівко М. В. The genesis of the implementation of the information and communication technologies in physics education. Journal of Information Technologies in Learning. 2019. № 4. С. 5–17.
3. Єчкало Ю. В. Використання сучасних інформаційних технологій при вивченні механічних коливань. Актуальні питання фізичної освіти. 2023. Вип. 2(15). С. 34–42.
4. Полякова О. Потенціал поляризаційного поля та оптичні фононні моди у багатошаровій квантовій наноплівці. Збірник матеріалів конференції. Житомир, 2025.
5. Рябко А. В., Толмачов В. С., Прокопець Т. О. Застосування інформаційних технологій для побудови та аналізу графіків у процесі вивчення курсу загальної фізики. Фізика і освіта. 2022. Вип. 5(10). С. 12–21.
6. Салник І. В. Mobile devices and modern education software in learning physics in secondary school. Journal of Information Technologies in Learning. 2020. № 3. С. 45–53.

*Кучменко Артем,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
фізико-математичного факультету,
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*
*Усата Олена,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У ПОЗАУРОЧНІЙ РОБОТІ З ІНФОРМАТИКИ

Розвиток інформаційних технологій та використання в усіх галузях суспільного життя висувають нові вимоги до підготовки учнів у галузі інформатики. Сучасна інформатична освіта має бути орієнтована на формування алгоритмічного мислення, навичок програмування, роботи з цифровими даними та створення власних цифрових застосунків. Водночас зміст шкільного курсу інформатики та обсяг навчальних годин не завжди дають можливість повною мірою враховувати сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій і забезпечувати достатній рівень практичної підготовки учнів.

У зв'язку з цим важливим складником такої освіти є позаурочна діяльність, яка розширює можливості та створює умови для поглибленого вивчення окремих тем і реалізації індивідуальних освітніх інтересів учнів. Гуртки, факультативи, проєктна та дослідницька діяльність дозволяють залучати учнів до розв'язання практичних завдань, пов'язаних із програмуванням, моделюванням, розробкою цифрових продуктів та використанням сучасних інформаційних технологій.

Позаурочна діяльність також сприяє професійному самовизначенню учнів, підвищує мотивацію до вивчення інформатики та створює умови для залучення школярів до практичної розробки власних цифрових проєктів. Саме тому використання сучасних цифрових ресурсів у позаурочній роботі розглядається як один із перспективних напрямів удосконалення інформатичної освіти.

Питання використання інноваційних технологій у навчанні інформатики активно досліджується сучасними науковцями та практиками. У їх дослідженнях розглядаються особливості цифровізації освіти, гейміфікації, проєктних технологій та інших підходів, спрямованих на підвищення якості навчання тощо.

Разом із тим аналіз наукових джерел показує, що питання використання інноваційних технологій саме у позаурочній діяльності з інформатики потребує подальшого вивчення.

Зважаючи на виклики цифровізації та унікальні дидактичні можливості вільного від уроків часу, виникає потреба в чіткому визначенні орієнтирів для модернізації гурткової роботи. У зв'язку з цим метою статті є теоретичне обґрунтування та порівняльний аналіз провідних інноваційних підходів до організації позаурочної діяльності з інформатики в закладах загальної середньої освіти, а також визначення їхнього впливу на формування ключових компетентностей учнів.

Реалізація поставленої мети передбачає уточнення змісту основних понять дослідження та аналіз можливостей їх практичного застосування в умовах позаурочної діяльності. Інноваційні підходи в освіті розглядаються як сукупність методів, форм і технологій навчання, спрямованих на підвищення ефективності освітнього процесу, розвиток самостійності, творчості та пізнавальної активності учнів. Як зазначає Д. С. Вербівський, використання інноваційних технологій повинно здійснюватися системно та бути спрямованим на формування сучасних професійних і цифрових компетентностей здобувачів освіти [3].

Організація позаурочної діяльності значною мірою залежить від використання сучасних педагогічних технологій і цифрових ресурсів, які допомагають зробити навчання більш цікавим і практично орієнтованим. Аналіз наукових джерел та освітньої практики дозволив виокремити кілька підходів, які найчастіше застосовуються під час проведення гурткових занять і факультативів з інформатики.

1. STEM-підхід та хмарне моделювання. Цей напрям інтегрує знання з інженерії, математики та програмування для розв'язання практичних завдань. Проблема відсутності дорогого фізичного обладнання в кабінетах інформатики допомагає вирішити використання віртуальних лабораторій, зокрема безкоштовного симулятора Tinkercad. Він дозволяє учням

безпечно проєктувати складні електричні схеми на базі контролера Arduino, створювати 3D-моделі та освоювати блочне програмування, що повністю узгоджується із загальними STEM-орієнтирами в сучасній освіті [1].

2. Гейміфікація освітнього процесу. Передбачає впровадження ігрових механік (балів, рівнів, нагород) у неігрові контексти. Статистичні дані свідчать, що близько 80% учнів вважають ігровий формат дієвим стимулом для кращого засвоєння матеріалу. Використання середовищ Scratch, Roblox Studio чи CodeCombat дозволяє зняти психологічний бар'єр перед помилками, оскільки невдача сприймається лише як привід для повторної спроби, що значно підвищує залученість до вивчення програмування [2].

3. Проєктна та дослідницька технологія. Орієнтована на колективне або індивідуальне створення реального цифрового продукту (вебсайту, чат-бота, мобільного додатка). Студенти проходять усі етапи розробки: від обговорення ідеї до публічного захисту та розміщення коду в репозиторіях (наприклад, GitHub). Це формує навички командної взаємодії, лідерства та відповідальності за спільний результат.

4. Мікронавчання (Microlearning). Базується на розбитті навчального матеріалу на невеликі, логічно завершені блоки. Такий формат (реалізований за допомогою сервісів типу EdPuzzle чи коротких навчальних мікровідео) відповідає особливостям сприйняття інформації сучасними школярами, запобігає когнітивному перевантаженню та забезпечує гнучкість навчання.

5. Формувальне оцінювання. Передбачає зміщення акценту з бального контролю на підтримку самого процесу навчання. Використання інтерактивних технік (таблиць "Знаю-Хочу дізнатися-Взнав", чек-листів або стратегій короткого зворотного зв'язку в кінці заняття) допомагає учням самостійно аналізувати власні помилки та свідомо відстежувати особистий прогрес.

Для вибору оптимального інструментарію залежно від дидактичних цілей гуртка, нами було здійснено систематизацію та узагальнене порівняння розглянутих підходів за ключовими педагогічними параметрами (табл. 1).

Порівняння підходів до навчання за ключовими педагогічними параметрами

Підхід / Технологія	Основна мета	Ключові інструменти	Переваги для учня
STEM-навчання	Інтеграція знань через інженерне проєктування.	Tinkercad, Arduino, Micro:bit.	Розвиток інженерного мислення, робота у віртуальних лабораторіях.
Гейміфікація	Підвищення мотивації через ігрові сценарії.	Kahoot!, Roblox, Scratch, CodeCombat.	Зняття стресу, швидкий зворотний зв'язок, висока залученість.
Метод проєктів	Створення практично значущого цифрового продукту.	GitHub, конструктори сайтів, мобільні додатки.	Соціалізація, навички презентації, критичне мислення.
Мікронавчання	Ефективне засвоєння малих порцій інформації.	EdPuzzle, мобільні додатки, мікровідео.	Гнучкий графік, подолання когнітивного перевантаження.
Формувальне оцінювання	Підтримка процесу та рефлексії учня.	Листи самооцінювання, таблиці ЗХД, чек-листи.	Зниження тривожності, усвідомлення власних успіхів та помилок.

Проведений аналіз показав, що кожен із розглянутих підходів має свої переваги та може бути ефективним у позаурочній роботі з інформатики. Разом з тим найкращі результати можна отримати завдяки їх поєднанню. Наприклад, використання хмарних симуляторів у STEM-проєктах дає можливість організовувати практичну діяльність учнів навіть за відсутності спеціального обладнання. Використання елементів гейміфікації та цифрових ресурсів сприяє підвищенню зацікавленості учнів у навчанні, а формувальне оцінювання допомагає їм краще розуміти власні результати та відстежувати прогрес.

Отже, позаурочна діяльність з інформатики має значний потенціал для розвитку цифрової компетентності учнів. Використання сучасних цифрових інструментів і технологій дозволяє зробити навчання більш практичним, цікавим та наближеним до реальних потреб сучасного суспільства. Застосування STEM-технологій, цифрових платформ, проєктного навчання та гейміфікації створює умови для активної участі учнів у навчальному процесі, розвитку творчого мислення та набуття практичних навичок роботи з інформаційними технологіями.

Подальша робота буде спрямована на розробку та апробацію програми гуртка з інформатики із використанням сучасних цифрових платформ, зокрема Scratch, Tinkercad та GitHub. Також планується дослідити вплив запропонованих підходів на мотивацію до вивчення інформатики в умовах змішаного навчання.

Список використаних джерел та літератури

1. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2025/2026 навчальному році. URL: <https://imzo.gov.ua/2025/08/08/lyst-imzo-vid-18-07-2025-21-08-624-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2025-2026-navchal-nomu-rotsi/>

2. Кривонос О.М., Горобець С.М., Кривонос М.П., Нехаєнко К.О. Використання стратегій гейміфікації для мотивації школярів до вивчення інформатики. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки. 2023. Вип. 4 (115). С. 65-74.

3. Вербівський Д. С. Етапи та результати впровадження методичної системи підготовки майбутніх учителів інформатики до застосування інноваційних технологій у професійній діяльності. Наукові інновації та передові технології. 2025. № 8 (48). С. 1851–1861.

Остріцький Богдан,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
фізико-математичного факультету,
Усата Олена,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир

ЦИФРОВА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗНАНЬ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Сучасна цифрова епоха висуває принципово нові вимоги до якості підготовки випускників закладів загальної середньої освіти. Зокрема, особливої актуальності набуває формування критичного мислення – здатності аналізувати, оцінювати та синтезувати інформацію для прийняття обґрунтованих рішень. Навчальний предмет «Інформатика» у 10–11 класах посідає особливе місце: він слугує платформою для формування метакогнітивних умінь – вміння структурувати, аналізувати та критично осмислювати інформацію. Відповідно до затверджених навчальних програм МОН України для старшої школи, інформатична освітня галузь передбачає цілеспрямоване використання цифрових інструментів для розв'язання проблем, творчого самовираження та критичного осмислення інформаційних процесів [1].

Незважаючи на широкі технологічні можливості, педагогічна практика засвідчує недостатнє системне використання інструментів візуалізації знань із метою розвитку критичного мислення. Більшість учителів застосовує їх лише для унаочнення матеріалу, не розкриваючи повного дидактичного потенціалу. Проблему розвитку критичного мислення засобами ІКТ та загальний когнітивний вплив цифрових засобів досліджували Меірбеков зі співавт. [2]; питання використання ментальних карт у навчанні інформатики розглядалися у працях Су та Лю [3]. Разом з тим, існує потреба в систематизації конкретних доступних класів засобів візуалізації та визначенні чітких методичних умов їх інтеграції в освітній процес старшокласників.

Зважаючи на це, метою статті є дослідження педагогічного потенціалу цифрових інструментів візуалізації знань та визначення

методичних умов їх ефективного застосування для розвитку критичного мислення учнів 10–11 класів у процесі навчання інформатики.

Реалізація поставленої мети вимагає звернення до психолого-педагогічних засад сприйняття інформації. Критичне мислення трактується як здатність самостійно аналізувати, оцінювати та синтезувати інформацію для обґрунтованого прийняття рішень. У переглянутій таксономії Блума вищі рівні когнітивної діяльності – аналіз, оцінювання та створення – безпосередньо пов'язані з критичним мисленням. Застосування сучасного цифрового обладнання реалізує візуалізацію знань, полегшує їх розуміння, а результати експериментальних досліджень підтверджують позитивний вплив цифрових інструментів на когнітивний розвиток учнів [2]. З дидактичного погляду ефективність такої візуалізації класично пояснюється теорією подвійного кодування: одночасна активація вербального (словесного) та образного (зорового) каналів сприйняття інформації сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу та формуванню міцніших когнітивних схем у пам'яті старшокласників.

На підставі аналізу педагогічних досліджень та практики виокремлено чотири класи цифрових інструментів візуалізації знань, які мають відкритий доступ або безкоштовні базові версії (модель Freemium), що дозволяє безперешкодно використовувати їх в освітньому процесі:

- Інструменти ментального картографування (FreeMind, Coggle, XMind) – дозволяють нелінійно організовувати ідеї навколо центрального концепту, відображаючи асоціативні зв'язки. Дослідження у навчанні комп'ютерних наук виявили суттєве покращення алгоритмічного мислення та розпізнавання закономірностей в учнів, які використовували ментальні карти [3].

- Інструменти концептуального картографування (GitMind, Lucidchart, Miro) – передбачають встановлення іменованих ієрархічних зв'язків між поняттями, що в межах безкоштовних тарифів стимулює аналітичні операції високого рівня під час структурування баз даних або логічних схем.

- Інструменти аргументаційної візуалізації (Kialo Edu, BoardMix, Miro) – спеціально призначені для структурованого представлення аргументів, контраргументів та доказів. Вони забезпечують наочне моделювання дискусійних питань та допомагають учням безкоштовно

створювати спільні дискусійні простори й виявляти логічні помилки в інформаційних потоках.

- Інструменти інфографіки та дата-візуалізації (Canva, Piktochart) – забезпечують перетворення великих масивів даних на візуальні наративи. Завдяки наявності спеціальних безкоштовних освітніх акаунтів (зокрема, «Canva для освіти»), ці засоби відкривають для учнів 10–11 класів широкі можливості для самостійного дослідницького пошуку.

Ефективне застосування зазначених інструментів вимагає дотримання відповідних методичних умов. Вітчизняні дослідники тенденцій візуалізації контенту наголошують, що механічне збільшення практики з візуальними репрезентаціями без чіткого педагогічного супроводу не забезпечує автоматичного розвитку мислення вищого порядку і може призвести до фрагментарності сприйняття інформації учнями. Тому нами визначено такі обов'язкові умови:

1. Відповідність інструменту рівню когнітивної складності завдання: вибір цифрового засобу має визначатися педагогічною метою – яку саме операцію критичного мислення (пошук зв'язків, оцінка аргументів чи створення інфографіки) повинен виконати учень.

2. Поєднання індивідуальної та групової роботи: раціональна послідовність передбачає ланцюжок: індивідуальне картографування - групове обговорення - спільне оцінювання результатів.

3. Систематичне включення рефлексивного компонента: після побудови візуальних моделей учні здійснюють метакогнітивний аналіз власних мисленнєвих процесів через систему структурованих запитань.

4. Забезпечення автентичного проблемного контексту: для учнів 10–11 класів – це задачі аналізу реальних наборів відкритих даних, проєктування інформаційних систем або порівняння алгоритмічних підходів, що дозволяє уникнути штучності завдань і вимагає залучення лише доступного програмного забезпечення.

5. Поступове формування компетентності роботи з різними класами засобів: оскільки жоден інструмент не є універсальним, доцільним є системне покрокове ознайомлення учнів з усіма чотирма групами безкоштовних цифрових засобів упродовж курсу інформатики.

Таким чином, цифрові інструменти візуалізації знань є педагогічно ефективним засобом розвитку критичного мислення учнів 10–11 класів у

процесі навчання інформатики завдяки здатності активізувати вищі рівні пізнавальної діяльності через залучення учнів до конструювання складних когнітивних структур. Запропонована класифікація дозволяє вчителю здійснювати обґрунтований вибір загальнодоступних засобів відповідно до конкретної навчальної мети, а дотримання визначених умов забезпечує переведення цифрових інструментів зі статусу «засобу унаочнення» у статус «засобу розвитку мислення». Перспективою подальших досліджень є розробка та апробація системи практичних завдань і критеріїв оцінювання якості побудованих учнями візуальних репрезентацій як індикаторів сформованості їхнього критичного мислення.

Список використаних джерел та літератури

1. Навчальні програми з інформатики для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту / профільний рівень). Міністерство освіти і науки України: офіційний вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/inf-ak.pdf> (дата звернення: 05.05.2026).
2. Meirbekov A., Maslova I., Kulbekova K. Digital tools effects on critical thinking skills of students. *Thinking Skills and Creativity*. 2022. Vol. 44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101023>.
3. Su C.-H., Liu Y.-T. The influence of mind mapping on computational thinking skills and self-efficacy in students' learning of graphical programming. *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1479729>.

Суплива Аліна,

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету*

Науковий керівник: Сікора Ярослава,

доцент, доктор педагогічних наук,

*професор (б.в.з.) кафедри комп'ютерних наук та інформаційних
технологій*

Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир

ЦИФРОВЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ОСНОВА ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Стрімкий технологічний розвиток та цифровізація усіх сфер життя людини зумовлюють зміну освітньої парадигми. Цифрові технології з допоміжного інструмента перетворюються на середовище, у якому здобувач освіти живе, спілкується, навчається та формує власний професійний образ. Перехід суспільства до моделі цифрового громадянства, поширення штучного інтелекту, віртуальної реальності та хмарних сервісів затверджує освітнє середовище нового типу – таке, що інтегрує фізичний клас, віртуальні платформи та мобільні застосунки в єдину дидактичну систему. Висвітлення сутності та дидактичних функцій цифрового освітнього середовища постає першочерговим завданням сучасної педагогічної науки.

Поняття цифрового освітнього середовища (ЦОС) у вітчизняному науковому дискурсі сформувалося протягом останнього десятиліття та продовжує уточнюватися паралельно зі стрімким розгортанням технологічних можливостей. У межах нашого дослідження ЦОС інтерпретуємо як штучно сконструйовану освітню систему, що поєднує цифрові технології, інформаційні об'єкти та комунікаційні інструменти задля досягнення дидактичних цілей навчання, забезпечення співпраці суб'єктів освітнього процесу й реалізації індивідуальних освітніх траєкторій здобувачів освіти на засадах рівного доступу та педагогічної доцільності.

Запропоноване тлумачення співзвучне з підходами провідних вітчизняних науковців. Н. Павлова характеризує ЦОС як штучно розроблене середовище, де дидактичні цілі підготовки здобувачів освіти,

співпраця та комунікація суб'єктів освітнього процесу досягаються через збалансоване використання цифрових технологій [5, с. 119]. С. Литвинова, у свою чергу, трактує цифрове інформаційне освітнє середовище як спеціально організований, відкритий і захищений простір рівного доступу учасників освітнього процесу до здобуття певних компетентностей [4].

У межах окресленого середовища набуває практичної реалізації персоналізоване навчання – підхід, що його В. Ялліна та М. Дрозд тлумачать як адаптацію навчального досвіду відповідно до потреб, уподобань та здібностей окремих учнів. Авторки наводять і визначення Міністерства освіти США, згідно з яким персоналізоване навчання передбачає оптимізацію темпу та підходу для потреб кожного здобувача, коли навчальні цілі, методи й зміст відрізняються залежно від інтересів учня. Концептуальним ядром підходу є принцип «choice and voice», згідно з яким здобувач освіти бере на себе відповідальність за власний навчальний шлях, що сприяє залученості, мотивації та глибшому розумінню навчального матеріалу [7, с. 17].

Реалізація окресленого підходу у повному обсязі стає можливою саме завдяки дидактичним можливостям цифрового освітнього середовища. Я. Сікора у своєму дослідженні окреслила приклади адаптивних навчальних систем, серед яких Knewton, Fishtree, Aleks, SmartBook, Mathspace та Smart Sparrow, що дозволяють пристосовувати способи передачі даних і подання інформації під різні характеристики користувача в автоматичному режимі, виявляючи прогалини у знаннях та коригуючи навчальний контент відповідно до поточного рівня компетентності здобувача [6, с. 223]. Перелік сучасних інструментів також розширюють В. Ялліна та М. Дрозд, системами управління навчанням Moodle та Google Classroom, адаптивними платформами Khan Academy та MATHia від Carnegie Learning, інструментами цифрового оцінювання Kahoot і Formative, що забезпечують аналітику навчальних досягнень у реальному часі [7, с. 18–19].

Інформатика у старшій школі має особливий потенціал для застосування персоналізованого підходу. Чинна навчальна програма рівня стандарту передбачає модульну структуру курсу, у якій базовий модуль обсягом 35 годин доповнюється вибічковими модулями (графічний дизайн, комп'ютерна анімація, тривимірне моделювання, бази даних, креативне

програмування та інші), що добираються вчителем «відповідно до профілю навчання навчального закладу, запитів, індивідуальних інтересів і здібностей учнів». Сама програма наголошує, що поєднання модулів забезпечує необхідну гнучкість і свободу у відборі навчального матеріалу для реалізації дидактичних цілей, а реалізація профільного навчання здійснюється шляхом розширення змісту окремих тем і добору профільно-орієнтованих завдань [2]. Серед вибіркового модулів окремо вирізняється «Креативне програмування», структуроване навколо проєктної діяльності та орієнтоване на реалізацію творчого потенціалу здобувача засобами цифрових технологій.

Концепція Нової української школи (НУШ) закріплює дитиноцентричний підхід та право здобувача освіти на індивідуальну освітню траєкторію як концептуально-методологічну рамку шкільної реформи [3]. Поширення засад НУШ на старшу профільну школу, заплановане з 2027 року, актуалізує завдання теоретичного обґрунтування та методичного забезпечення персоналізованого навчання, що спирається на цифрову інфраструктуру. М. Бенедисюк, Д. Вербівський та О. Усата слушно зауважують, що сучасна організація уроків інформатики дає учневі можливості вільного і свідомого вибору змісту навчання, а отже, й індивідуальної траєкторії розвитку [1, с. 86]. Відтак цифрове освітнє середовище постає тією методологічно необхідною основою, без якої повноцінна реалізація персоналізованого навчання інформатики у старшій профільній школі є неможливою – воно забезпечує технологічну, дидактичну та комунікаційну рамку для втілення концептуальних положень НУШ і нормативного потенціалу чинних програм. Подальші наукові розвідки доцільно зосередити на розробленні методики персоналізованого навчання інформатики, що поєднує нормативний потенціал чинних програм профільного рівня та технологічні можливості сучасного цифрового освітнього середовища.

Список використаних джерел та літератури

1. Бенедисюк М. М., Вербівський Д. С., Усата О. Ю. Міжпредметні зв'язки на уроках інформатики в ЗЗСО. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2023. Вип. 208. С. 86–91.
2. Інформатика. 10–11 класи. Рівень стандарту : навчальна програма : затв. наказом М-ва освіти і науки України від 23.10.2017 № 1407

(зі змінами). URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 07.05.2026).

3. Концепція Нової української школи *засади реформування середньої школи*: Міністерство освіти і науки України. Київ, 2016. 40 с. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 08.05.2026).

4. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія. Київ : Компрінт, 2016. 354 с.

5. Павлова Н. Цифрове освітнє середовище методичної підготовки майбутніх учителів інформатики. Освітні обрії. 2024. № 1 (58). С. 117–121.

6. Сікора Я. Б. Огляд адаптивних навчальних систем. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку : матеріали Всеукр. наук.-практ. Internet-конф. 2020. С. 222–224.

7. Ялліна В. Л., Дрозд М. П. Персоналізоване навчання: визначення, роль вчителя та підручника, цифрові технології. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2024. № 94. С. 16–20.

Столяр Тетяна,

здобувачка першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету

Науковий керівник: Яценко Оксана,

асистент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК ЗАСОБУ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням цифрових технологій в освітній процес на всіх його рівнях. Одним із результатів такого впровадження є переорієнтація навчального

процесу на розвиток креативності, критичного мислення та здатності учнів до самореалізації в цифровому середовищі, де від вчителя вимагається не просто передача знань, а створення умов для розвитку творчого потенціалу особистості. Яскравим прикладом такої цифрової трансформації є стрімке впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ), що стають драйвером змін у сучасній педагогіці. Вже зараз системи ШІ ефективно можуть ефективно забезпечувати взаємодію між учасниками освітнього процесу, оцінювати знання та навички учнів, відстежувати успішність кожного учня та адаптувати процес навчання під рівень підготовки, аналізувати емоційний стан та визначати рівень уваги та залучення, тощо [1].

У контексті вивчення комп'ютерної графіки особливого значення набувають генеративні сервіси (Midjourney, DALL-E 3, Adobe Firefly та ін.), які дозволяють створювати графічний контент за текстовими описами або редагувати вже готові зображення, що дає можливість автоматизувати технічну складову навчання та виводить на перший план концептуальну складову діяльності учня, активізуючи проблему розвитку його креативності. Саме тому виникає потреба детальніше розглянути сутність самого феномену креативності, який у психолого-педагогічній літературі визначають як «особливість особистості, яка проявляється під час творчого процесу як здатність породжувати різноманітний, соціально важливий, оригінальний продукт і продуктивні шляхи його застосування; здатність знаходити рішення у нестандартних ситуаціях; властивість...» [2, с. 16].

До появи генеративного ШІ головною перешкодою для реалізації творчого задуму учня на уроках графіки був низький рівень художніх навичок або слабке володіння технічними засобами створення графіки та графічними редакторами. Дитина, маючи цікаву ідею, часто не могла її реалізувати через «страх чистого аркуша» та технічні труднощі, що призводило до втрати мотивації.

Використання інструментів ШІ може значно спростити процес створення графічних об'єктів, стимулювати творчу активність школярів, допомагати у візуалізації ідей та формувати навички роботи з сучасними цифровими технологіями. Завдяки генеративним моделям учні можуть створювати унікальні зображення, редагувати графіку, експериментувати зі стилями та реалізовувати власні творчі проєкти. В такому контексті комп'ютерна графіка перестає бути стандартним набором інструментів для малювання ліній та редагування пікселів, вона стає простором для концептуального самовираження. Учень більше не бореться з «синдромом чистого аркуша», а зосереджується на задумі. Замість того щоб витрачати години на технічно досконалу але змістовно пусту лінію, учні отримують змогу за декілька хвилин побачити вже візуалізовані власні ідеї з різними композиціями, образами та кольоровими гамами. Цей момент можна назвати одним із ключових в розвитку креативності, адже творчість в першу чергу починається не з виконання, а з вибору інструментів. ШІ пропонує варіанти, учень же в свою чергу аналізує, порівнює, відкидає зайве та синтезує щось нове – таким чином працює дивергентне мислення, що лежить в основі будь-яких інновацій.

Звісно ж, мова не йде про сліпе копіювання згенерованого, а навпаки, використання нейромереж відкриває можливості для багатоетапної творчої роботи. Спочатку учні навчаються правильно формулювати свої думки – промпт (максимально точний текстовий опис бажаного), що вже є тренуванням логіки та мовлення. Після створення швидких ескізів починається пошук так званих «галюцинацій ШІ» – неправильна анатомія, некоректне світло або абсурдні деталі, й формулювання думки чому саме цей варіант не підходить. І лише на третьому етапі використовуючи традиційні редактори він починає виправляти недоліки які його не влаштовують. Таким чином ШІ не заміняє, а прискорює творчий цикл.

Підсумовуючи вище сказане, можна сказати, що впровадження ІІІ змінює модель взаємодії учня з комп'ютером:

1) Нейромережа виступає як асистент виконуючи рутинну роботу (малювання пікселів, побудова складної геометрії), а учень висуває в ролі арт-директора або концепт-художника.

2) Креативність переміщується з площини «як технічно виконати завдання» у площину «як правильно описати ідею, скомбінувати елементи, критично оцінити результат».

Інтеграція ІІІ у вивченні комп'ютерної графіки не скасовує академічну базу знань, а навпаки створює запит на її глибше опанування. Коли учень бачить як нейромережа імітує можливості людини починає виникати природне бажання навчитись, щоб не залежати від машини. Так, спрацьовує зворотна мотивація, яка набагато ефективніша за механічне вивчення інструментів. Роль вчителя в цей час трансформується: він більше не просто носій інформації, тепер він тьютор, консультант з постановки запитів та критичний друг, що допомагає побачити різницю між генерацією та авторством [3].

Звичайно, такий підхід потребує певних застережень. Не варто використовувати ІІІ як конвеєр готових робіт. Варто фіксувати, що учень зробив сам, а з чим допоміг штучний інтелект. Головним критерієм завжди має лишатись не естетичне враження а глибина рефлексії та пророблена робота. Потрібно щоб учні могли дати собі відповідь на питання: «Чому обрано саме цей варіант?», «Що змінено після генерації?», «Які технічні навички довелося застосувати для доопрацювання?», оскільки саме вони переводять ІІІ з розряду «чарівної палички» в усвідомлення дидактичного засобу та своїх можливостей.

Використання ІІІ на уроках не просто не шкодить розвитку креативності, а є одним з шляхів її активізації в цифровому середовищі.

Знімаючи технічні бар'єри учневі повертається відчуття свободи дій, а вчителю – можливість оцінити не просто технічні навички, а й несподівану та осмислену ідею яку дитина змогла втілити за допомогою ІІІ, що й є однією з провідних ідей сучасної освіти.

Список використаних джерел та літератури

1. Яценко О. І. *Використання технології штучного інтелекту для навчання та оцінки знань*. In: The 34th International scientific and practical conference “Science, latest trends, modern problems and improvement of theories”, August 29 – September 01, 2023, Warsaw, Poland. С. 152–154. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/37822/>
2. Павленко В.В. Креативність: сутнісна характеристика поняття. Креативна педагогіка: [наук.-метод. журнал] / академія міжнародного співробітництва з креативної педагогіки «Полісся». Житомир, 2016. Вип. 11. С.120–131.
3. ІІІ і мотивація: як вигравати в боротьбі за увагу учнів? *Освіторя Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/experience/shi-i-motyvatsiya-yak-vygravaty-v-borotbi-za-uvagu-uchniv/> (дата звернення: 10.05.2026).

Усманов Богдан

здобувач I курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти

спеціальність 015 Середня освіта (Інформатика)

Вербівський Дмитрій,

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

та інформаційних технологій,

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, м. Житомир

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ ІНФОРМАТИКИ

Сучасна інформативна освіта дедалі частіше звертається до моделей змішаного навчання, яке поєднує традиційну аудиторну роботу з

електронними дистанційними курсами (ЕДК). Такий підхід дозволяє підвищити гнучкість освітнього процесу, індивідуалізувати траєкторії навчання та розширити доступ до навчальних матеріалів. Проте ефективність змішаного навчання значною мірою залежить від методично обґрунтованого використання ЕДК, особливо під час викладання інформатики, де велика частка практичних завдань потребує постійного зворотного зв'язку[1].

Під методикою використання ЕДК у змішаному навчанні інформатики ми розуміємо цілеспрямовану систему організації навчальної діяльності, яка передбачає інтеграцію очних занять (лекції, лабораторні роботи) з онлайн-взаємодією через платформи дистанційного навчання (Google Classroom, Prometheus тощо), із застосуванням інтерактивних елементів, автоматизованого оцінювання та засобів синхронної/асинхронної комунікації. У змішаному навчанні ЕДК бере на себе роль основного носія інформації, що дозволяє реалізувати модель «Перевернутого класу».

- Учні самостійно опрацьовують теорію в ЕДК, де ігрові елементи підтримують їхню залученість поза межами школи.
- Очні заняття в класі присвячуються практичному застосуванню знань, де вчитель виступає як ментор, допомагаючи долати складні етапи «ігрового» навчального квесту.
- Такий підхід орієнтований на формування конкретної цілі навчання, а не на саму гру як розвагу.

Ефективна методика побудована на принципі доповнюваності: аудиторні заняття зосереджуються на відпрацюванні складних практичних навичок, дискусіях та проєктній роботі, тоді як дистанційний компонент забезпечує первинне ознайомлення з теорією та самостійне тренування. Дослідження підтверджують, що такий розподіл функцій підвищує академічні результати та мотивацію здобувачів порівняно з суто традиційним чи суто онлайн-форматом [2].

Використання ЕДК у змішаному навчанні інформатики є розвивальним підходом, що дозволяє підвищити мотивацію учнів шляхом застосування елементів ігрового дизайну в освітньому середовищі. Це не просто технічне рішення, а комплексна зміна парадигми, де ігровий контекст покращує сприйняття складного навчального матеріалу.

Список використаних джерел та літератури

1. Кухаренко В. М., Березенська С. М., Бугайчук К. Л. Теорія та практика змішаного навчання : монографія. Харків : НТУ “ХП”, 2016. 284 с.
2. Биков В. Ю., Лапінський В. В. Методологічні та методичні основи створення і використання електронних засобів навчального призначення. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2012. № 2. С. 3–6.

Федорчук Дмитро,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

фізико-математичного факультету,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

м. Житомир

Федорчук Анна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

м. Житомир

ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНФОРМАТИКИ

Розвиток інформаційного суспільства та глобалізаційні процеси окреслюють необхідність переосмислення підходів до викладання інформатики в закладах загальної середньої освіти. Інформаційно-комунікаційна компетентність стає необхідною умовою успішної соціалізації учнів у сучасному цифровому середовищі [1].

Хмарні сервіси якісно трансформують зміст та структуру освітнього середовища, впливаючи на формування ключових компетентностей. Специфіка предмета «Інформатика» передбачає активне залучення хмарних сервісів навчального призначення, що поглиблює методичні можливості вчителя, посилює пізнавальний інтерес учнів та сприяє розвитку цифрових навичок [3]. Метою цієї роботи є огляд використання хмарних сервісів у процесі вивчення інформатики.

Відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, освітня галузь «Технології» передбачає вивчення інформаційно-комунікаційного та технологічного компонентів. Зміст

інформаційно-комунікаційного компонента спрямований на формування предметної ІКК та загальний розвиток ключових компетентностей [7].

Модельна навчальна програма «Інформатика. 5–6 класи» охоплює вивчення таких тем: інформаційні процеси та системи, комп'ютерні технології, інформаційні технології, алгоритмізація та програмування. Загальна кількість годин варіює від 102 до 108. [8]

Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» передбачає 191–194 години. У 7 класі вивчаються: комп'ютерні мережі, алгоритмізація та програмування, інформаційні технології. У 8 класі – інформаційні системи, архіви даних, смарт-технології, штучний інтелект. У 9 класі – інформаційна безпека, 3D-графіка, база даних.[9]

Аналіз підручників з інформатики для основної школи свідчить про їх високу інтерактивність та наявність численних посилань і QR-кодів, що забезпечує інтернет-підтримку та інтегрує хмарні ресурси в зміст кожної навчальної теми. Підручник авторів Ривкінда Й. та ін. є практико-орієнтованим і містить рубрики «Найважливіше в цьому пункті», «Поміркуйте», «Дослідіть», тестові завдання та якісні ілюстрації.

Хмарні сервіси класифікують за трьома основними моделями. IaaS (інфраструктура як послуга) передбачає надання в оренду віртуальних машин з операційними системами – типові представники: Amazon Web Services, Microsoft Azure та Google Cloud Platform. PaaS (платформа як послуга) забезпечує готове середовище для розробки та розгортання вебдодатків у хмарі без необхідності підтримки власної інфраструктури; прикладами слугують IBM Smart Cloud та Amazon Web Services. SaaS (програмне забезпечення як послуга) – це модель, за якої користувач отримує доступ до готових застосунків через браузер без їх локальної установки, що представлено такими рішеннями, як Google Apps та Microsoft Office 365 [2].

Хмарних платформ зараз чимало, але в закладах загальної середньої освіти найчастіше використовують дві – Google Workspace і Microsoft Office 365. З Google Workspace вчителі та учні зазвичай працюють із Gmail, Календарем, Meet, Classroom, Keep, Диском, Документами, Таблицями, Презентаціями, Формами і Сайтами.

Google Classroom є ключовим інструментом організації віртуального освітнього середовища з 2014 року, підтримуючи проєктну роботу,

перевернуте та дистанційне навчання. Платформа надає можливість створювати віртуальні класи, публікувати навчальний контент, керувати завданнями та інтегрувати Google Meet для синхронної взаємодії. Google Drive доповнює освітній процес як хмарне сховище з функціями спільного редагування документів, багатопристроєвої синхронізації та гнучкого налаштування прав доступу. Безкоштовний ліміт хмарного сховища становить 15 ГБ.

Google Sites пропонує зручний редактор для створення освітніх вебсторінок. Учитель може публікувати навчальні матеріали, вбудовувати відео, таблиці й презентації, а також налаштовувати відкритий або обмежений доступ до сторінок.

Google Forms дає змогу створювати тестові завдання різних типів із наочною візуалізацією. Платформа автоматично обробляє відповіді учнів і надає зведену статистику у зручному форматі.

LearningApps – безкоштовна україномовна онлайн-платформа для створення інтерактивних навчальних вправ на основі готових шаблонів для різних предметів, що підтримує інтеграцію з Google Classroom.

Wordwall – платформа для розробки інтерактивних завдань та дидактичних ігор із функцією автоматичної перевірки відповідей, фіксації часу виконання та формування статистики результатів. Безкоштовна версія має обмеження — доступно не більше п'яти вправ.

Kahoot – ігрова навчальна платформа з підтримкою відео- та аудіоматеріалів, змагальний формат якої стимулює мотивацію та активність учнів.

Classtime – хмарна платформа для тестування з інтеграцією Google Classroom, що вирізняється можливістю моніторингу результатів учнів у режимі реального часу в процесі виконання завдань.

Аналіз науково-педагогічної літератури та практики використання хмарних сервісів дає змогу виокремити такі ключові переваги:

- Розширені функціональні можливості – наявність хмарного сховища, зручний інтерфейс для співпраці та інструменти для управління освітнім процесом.
- Зручність та доступність – хмарні сервіси, що не потребують спеціальної технічної підготовки, а інформація доступна з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету.

- Можливість інтеграції – більшість цифрових освітніх ресурсів можна поєднувати між собою (наприклад, Classtime легко інтегрується з Google Classroom).

- Захист даних – хмарні сервіси забезпечують конфіденційність користувачів та надійне збереження інформації.

- Економічна доступність – більшість хмарних освітніх ресурсів є безкоштовними або передбачають мінімальну плату.

Поряд із перевагами існують і певні недоліки:

- Залежність від інтернету – хмарні сервіси не працюють без мережевого з'єднання, а нестабільний зв'язок може спричинити проблеми зі збереженням даних.

- Ризики кібербезпеки – хмарні платформи не застраховані від кібератак, що створює загрозу витоку інформації.

- Обмежений контроль – користувачі не можуть самостійно налаштовувати серверну частину, оскільки все залежить від провайдера.

- Зростання витрат – зі збільшенням обсягу даних плата за послуги може суттєво зростати.

Практика застосування хмарних платформ (Google Workspace, Google Classroom, LearningApps, Wordwall, Kahoot, Classtime) підтверджує їх освітню ефективність: підвищується навчальна залученість учнів, частково автоматизується оцінювання, а взаємодія між учасниками освітнього процесу стає більш організованою. Показово, що хмарні технології перейшли зі статусу допоміжного засобу до повноцінного компонента змісту освіти – вони інтегровані в модельні навчальні програми з інформатики та сучасні підручники.

Список використаних джерел та літератури

1. Алексеева С. Особливості освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення: сучасні онлайн-ресурси. Український педагогічний журнал. 2023. № 1. С. 59–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ukrpj_2023_1_7

2. Андросук О., Головченко О., Литовченко Г., Петрушен М. Аналіз поняття хмарні технології: види, категорії, переваги та недоліки. Молодий вчений. 2021. № 6 (94). С. 83–87. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-6-94-19>

3. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2009. 684 с.

4. Близнюк Т., Троценко О. Електронні освітні ресурси як засіб формування цифрової компетентності молодших школярів. Гірська школа Українських Карпат. 2020. № 22. С. 175–181. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gsuk_2020_22_36

5. Гаврілова Л. Г., Топольник Я. В. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. Т. 61, вип. 5. С. 1–14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_61_5_3

6. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text>

7. Досенко А. Хмарні технології: прикладні технології сучасних платформ. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. 2022. Том 33 (72). № 1. Ч. 3. С. 257–262. URL: https://www.philol.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/1_2022/part_3/41.pdf

8. Хомяк М. Я. Методика впровадження інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання інформатики. Педагогічна Академія: наукові записки. 2025. № 21. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16962478>

9. Шахіна І. Ю., Ільїна О. І. Організація контролю якості знань студентів із використанням електронного тестування. Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2016. Вип. 4(10). С. 152–157.

Хінцінський Олег,

*здобувач 2 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету,*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

Антонюк Анна,

*здобувачка 3 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету,*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

Бендес Юрій

доктор педагогічних наук, професор

кафедри фізики та методики її навчання,

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ОРТОГОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КООРДИНАТ У КУРСІ КІНЕМАТИКИ

Вибір адекватного математичного інструментарію є фундаментальною передумовою успішного моделювання фізичних явищ, що особливо гостро виявляється при вивченні класичної механіки. У дидактиці вищої школи вибір системи координат постає не просто як технічна процедура, а як критичний етап концептуалізації задачі, де оптимальність опису прямо корелює з рівнем врахування внутрішньої симетрії досліджуваної системи. Традиційна декартова система координат, попри її інтуїтивну зрозумілість, часто виявляється дидактично громіздкою при аналізі рухів із вираженою осьовою чи центральною симетрією. У таких випадках перехід від фіксованого прямокутного базису до криволінійних ортогональних систем дозволяє суттєво спростити структуру диференціальних рівнянь руху, роблячи фізичну сутність явища більш прозорою для здобувачів освіти.

Теоретичне обґрунтування криволінійних координат базується на функціональних перетвореннях, що пов'язують декартові координати з новими параметрами, які визначають положення точки через сімейства ортогональних поверхонь. Ключовою метричною характеристикою

простору в цьому контексті виступають коефіцієнти Ламе, які визначають масштабні співвідношення між диференціалами координат та лінійними зміщеннями. Геометричний зміст цих коефіцієнтів полягає в їхній здатності перетворювати зміни криволінійних параметрів, що можуть бути безрозмірними величинами (кутами), у лінійні елементи з розмірністю довжини. На відміну від глобально сталого декартового базису, одиничні вектори (орти) ортогональних криволінійних систем є локальними та залежать від положення точки у просторі. Це означає, що при переміщенні об'єкта базисні вектори змінюють свою орієнтацію, що вимагає додаткового диференціювання самих ортів при обчисленні швидкості та прискорення.

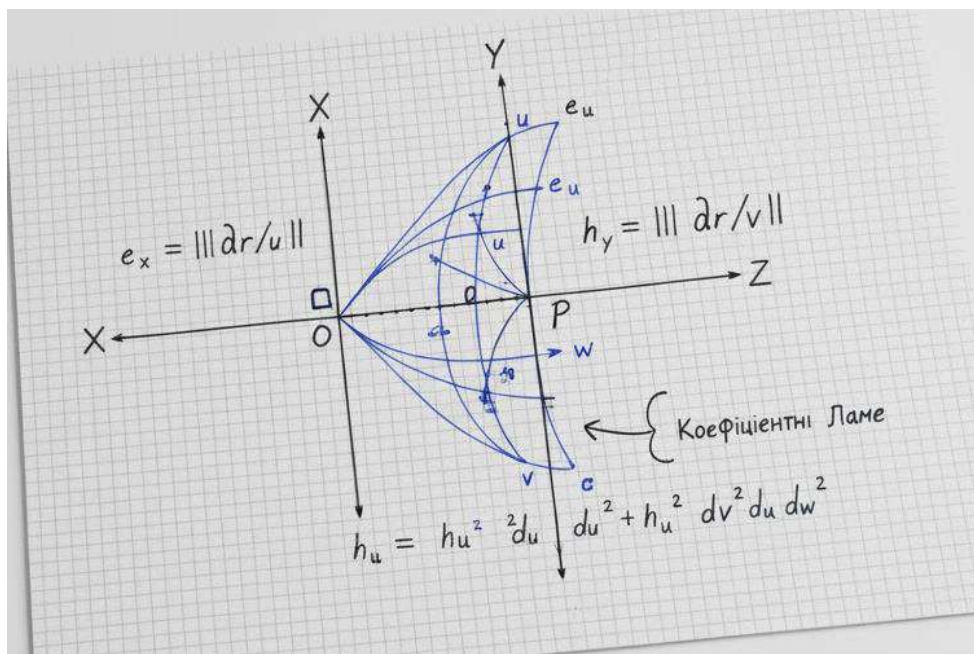


Рис. 1. Декартова система координат, координатні площини та сталі одиничні вектори

Математична умова ортогональності системи гарантує відсутність перехресних членів у метричній формі, що дозволяє записати квадрат лінійного елемента як суму квадратів добутків коефіцієнтів Ламе на відповідні диференціали координат. Це спрощення є критичним для диференціального числення у фізиці, оскільки елементи поверхні та об'єму набувають вигляду простих добутків масштабних множників. Зокрема, для циліндричної системи координат коефіцієнти Ламе визначаються як одиниця для радіальної відстані, сама радіальна відстань для азимутального кута та одиниця для аплікати. У сферичній системі вони набувають значень одиниці для радіуса, радіуса для полярного кута та добутку радіуса на синус

полярного кута для азимута. Такі аналітичні співвідношення дозволяють точно локалізувати об'єкт у діапазонах зміни координат: від нуля до нескінченності для радіальних параметрів, від нуля до π для полярного кута та від нуля до 2π для азимутального напрямку.

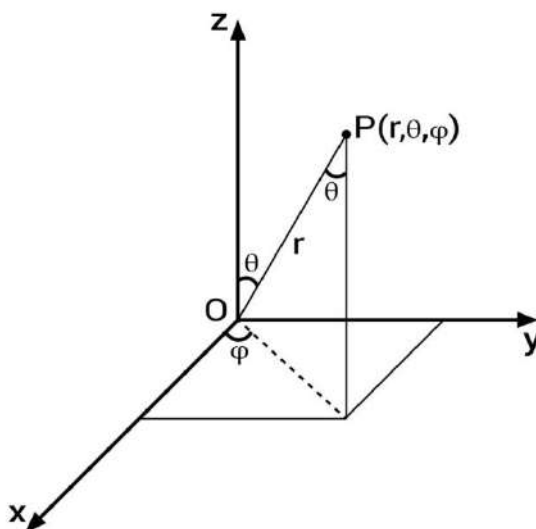


Рис. 2. Сферична система координат та орієнтація базисних векторів

Окрім традиційних систем, важливе методологічне значення має природна (натуральна) система координат, яка прив'язується безпосередньо до траєкторії руху через одиничні вектори дотичної, нормалі та бінормалі. Такий підхід дозволяє розкласти прискорення на тангенціальну компоненту, що відповідає за зміну модуля швидкості, та нормальну компоненту, пов'язану зі зміною напрямку руху. Універсальність ортогональних систем проявляється і у структурі диференціальних операторів. Наприклад, градієнт скалярного поля описується як вектор, де кожна компонента є похідною функції, поділеною на відповідний коефіцієнт Ламе. Дивергенція та ротор у криволінійних координатах включають у себе похідні від добутків компонент векторного поля на масштабні коефіцієнти, що забезпечує інваріантність фізичних законів щодо вибору системи відліку. Оператор Лапласа, як дивергенція градієнта, у сферичних чи циліндричних координатах набуває вигляду, що ідеально підходить для методу розділення змінних у задачах теоретичної фізики.

Сферична система координат та орієнтація базисних векторів

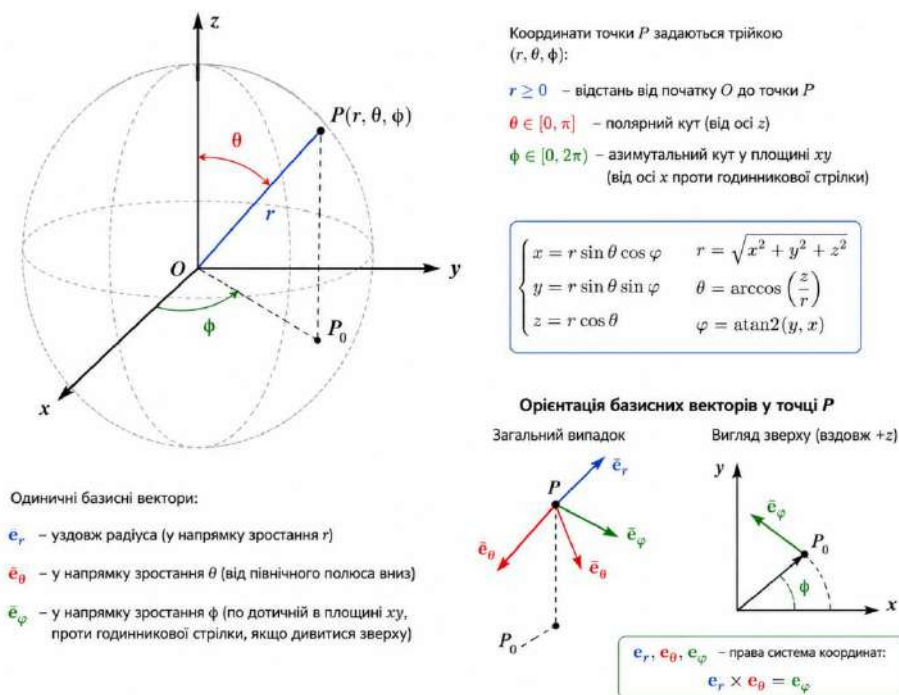


Рис. 3. Вектори швидкості та прискорення в полярній системі координат, розклад за радіальним та азимутальним ортами

Глибокий аналіз кінематичних характеристик у полярній системі координат на площині демонструє виникнення специфічних динамічних ефектів через змінність базису. Вектор швидкості в цій системі складається з радіальної компоненти (похідна радіуса за часом) та азимутальної компоненти (добуток радіуса на кутову швидкість). При переході до прискорення з'являються додаткові члени, зумовлені диференціюванням ортів. Зокрема, радіальне прискорення містить від'ємний доданок, що дорівнює добутку радіуса на квадрат кутової швидкості, який фізично інтерпретується як центробіжний ефект (або доцентрове прискорення зі зворотним знаком). Азимутальне прискорення включає в себе член, що відповідає за зміну кутової швидкості, та подвоєний добуток радіальної швидкості на кутову. Цей останній доданок — прискорення Коріоліса — виникає як результат взаємодії двох факторів: зміни відстані до центра при одночасному обертанні базисного вектора та зміни орієнтації радіальної швидкості у просторі.

Практична методика вибору ортогональної системи координат ґрунтується на детальному аналізі траєкторії та силового поля. При вивченні руху тіла, кинутого під кутом, де прискорення вільного падіння є

константою, декартова система залишається пріоритетною через незмінність ортів. Однак при моделюванні руху вздовж гвинтової лінії застосування циліндричних координат дозволяє звести аналіз до постійного радіуса, де змінними залишаються лише кут повороту та висота. У задачах про рух точки по поверхні сфери (наприклад, математичний маятник) використання сферичного базису призводить до автоматичного обнулення радіальної швидкості та радіального прискорення за умови сталості радіуса. Це дозволяє зосередити математичний опис виключно на кутових координатах, що значно знижує порядок системи диференціальних рівнянь та робить розв'язок аналітично доступним.

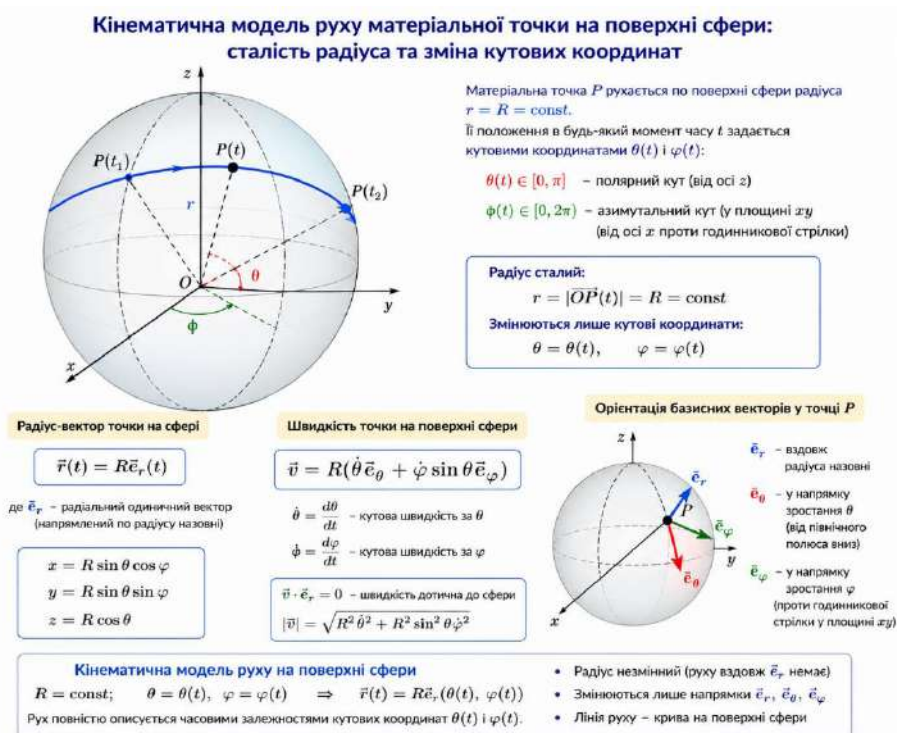


Рис. 4. Кінематична модель руху матеріальної точки на поверхні сфери: сталість радіуса та зміна кутових координат

Дидактичний потенціал досліджень полягає у формуванні методичної системи, де аналіз симетрії задачі виступає ключовою компетенцією майбутнього вчителя фізики. Свідомий вибір координатного базису сприяє розвитку абстрактного мислення здобувачів, дозволяючи їм бачити за математичними формулами геометричну структуру простору. У навчальному процесі пропонується використовувати спеціалізовані дидактичні картки-завдання, структура яких вимагає від студента не просто обчислення характеристик руху, а й попереднього обґрунтування вибору системи координат на основі властивостей симетрії траєкторії. Такий підхід

забезпечує перехід від репродуктивного засвоєння знань до творчого моделювання складних фізичних систем.

Завершуючи методологічний огляд, слід підкреслити, що впровадження ортогональних криволінійних систем у курс кінематики є фундаментальним кроком до опанування складніших розділів теоретичної фізики. Це створює надійний базис для вивчення електродинаміки, де використання сферичної та циліндричної симетрії є безальтернативним при описі полів. Системний підхід до викладання координатного методу дозволяє сформувати у здобувачів цілісну фізичну картину світу, де математичний апарат і фізична реальність перебувають у стані гармонійної відповідності.

Список використаних джерел та літератури

1. Бабинська О. М. Математичні основи фізики: криволінійні координати та тензорний аналіз : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 216 с.
2. Грищук А. М., Корнійчук П. П. Збірник практичних завдань з курсу «Теоретична Механіка» для спеціальності «014 Середня освіта (Фізика та астрономія)». Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. 54 с.
3. Загальна фізика. Механіка : підручник / В. Д. Рудий, С. В. Куцевич, П. О. Азаренко. Київ : Знання, 2022. 390 с. Коваленко І. В. Особливості застосування циліндричних та сферичних координат у вивченні кінематики. Фізика та астрономія в сучасній школі. 2021. № 3. С. 45–52.
4. Марушко О. С. Тензорний аналіз та диференціальна геометрія : навч. посібник. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т, 2020. 150 с.
5. Ортогональні системи координат у задачах механіки / І. А. Семенов та ін. Вісник Київського національного університету. Серія: Фізико-математичні науки. 2019. Вип. 4. С. 102–111.
6. Савченко В. А. Математична фізика : підручник. 3-тє вид., переробл. і допов. Харків : Ранок, 2015. 480 с.
7. Грищук А. М., Грищук В. В., Корнійчук П. П. Збірник задач з курсу «Електродинаміка та спеціальна теорія відносності» : метод. посіб. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018. 48 с.
8. Сусь Б. А., Заболотний В. Ф., Мисліцька Н. А. Коливання і хвилі: навчальний посібник для самостійної роботи студентів з електронним представленням. Київ : ДУІКТ, 2021. 128 с.

Черняк Марія,
здобувачка першого(бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету
Науковий керівник: Федорчук Анна
доцент, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерних
наук та інформаційних технологій,
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій у сфері освіти дедалі частіше використовуються нові цифрові інструменти. Одним із помітних напрямів є впровадження технологій штучного інтелекту, які поступово знаходять застосування у різних сферах діяльності людини, зокрема й у навчальному процесі [1; 6]. Сучасні учні мають можливість користуватися різними сервісами, що здатні створювати тексти, пояснення, приклади розв'язання завдань або навіть фрагменти програмного коду. Серед таких інструментів можна виокремити ChatGPT та Google Gemini. Їх використання може бути корисним під час навчання, оскільки допомагає швидко отримати пояснення або додаткові приклади. Проте інформація, створена такими системами, не завжди є безпомилковою, тому потребує перевірки та критичного підходу.

У зв'язку з цим важливим завданням сучасної освіти стає розвиток критичного мислення учнів [2; 7]. Учні повинні вміти не лише знаходити потрібну інформацію, а й аналізувати її зміст, оцінювати достовірність та робити власні висновки. Значні можливості для формування таких умінь має навчальний предмет інформатика. Під час його вивчення учні працюють з інформацією, аналізують алгоритми, виконують пошук помилок у програмному коді та оцінюють результати роботи різних цифрових систем. Це створює сприятливі умови для розвитку аналітичного мислення та навичок критичного оцінювання інформації.

Метою дослідження є обґрунтування можливостей використання інструментів штучного інтелекту для формування критичного мислення учнів у процесі навчання інформатики, що відповідає загальним векторам цифровізації освіти в державі [3]. Об'єктом дослідження виступає процес

навчання інформатики у закладах загальної середньої освіти. Предмет дослідження: методичні підходи до використання інструментів штучного інтелекту як засобу розвитку критичного мислення учнів на уроках інформатики.

Використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі поступово розширює можливості організації навчання [5]. Такі інструменти можуть виступати як додаткове джерело пояснень, прикладів або допоміжних матеріалів під час вивчення нового матеріалу. У деяких випадках вони також використовуються для створення навчальних завдань або фрагментів програмного коду. Водночас слід враховувати, що результати, які генерує штучний інтелект, не завжди є повністю точними. Тому їх необхідно перевіряти, аналізувати та критично оцінювати. Саме ця особливість робить такі технології корисними не лише як інструмент отримання інформації, а й як засіб розвитку аналітичних умінь учнів.

На уроках інформатики це можна реалізувати через спеціально підібрані завдання. Наприклад, учням пропонується отримати пояснення теми або приклад розв'язання задачі за допомогою системи штучного інтелекту, після чого вони мають проаналізувати отриману відповідь [4]. У процесі роботи учні визначають, чи є вона повною, чи містить помилки або неточності, а також пропонують власні уточнення.

Подібний підхід ефективний і під час роботи з програмним кодом. Учням можна запропонувати проаналізувати код, згенерований штучним інтелектом, знайти в ньому можливі помилки та пояснити, як їх можна виправити. Це допомагає краще зрозуміти логіку програмування та розвиває навички аналізу [5]. Окремо варто виділити порівняльні завдання. Учні спочатку виконують вправу самостійно, а потім порівнюють власне рішення з результатом, який запропонував штучний інтелект. Далі відбувається обговорення відмінностей, аналіз помилок і аргументація власної позиції. Такий формат роботи сприяє розвитку критичного мислення та вмінню обґрунтовувати власні рішення.

Окрему увагу варто приділити формуванню навичок коректної взаємодії з системами штучного інтелекту. Це передбачає вміння формулювати чіткі та зрозумілі запити, уточнювати отриману інформацію, а також критично оцінювати результати роботи цифрових систем.

Приклади використання інструментів штучного інтелекту для розвитку критичного мислення учнів на уроках інформатики наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вид діяльності учнів	Приклад завдання	Розвиток навичок
Аналіз відповіді ШІ	Учні отримують пояснення теми від ШІ та визначають можливі неточності	Аналіз інформації
Пошук помилок у коді	Аналіз програмного коду, згенерованого ШІ	Логічне мислення
Порівняння рішень	Порівняння власного розв'язання задачі з відповіддю ШІ	Аргументація
Формулювання запитів	Створення різних запитів до ШІ для отримання точнішої відповіді	Інформаційна грамотність

Таким чином, штучний інтелект може виступати не лише як інструмент отримання інформації, але й як засіб організації навчальної діяльності, спрямованої на розвиток аналітичних і дослідницьких умінь учнів.

Отже, використання інструментів штучного інтелекту у процесі навчання інформатики створює нові можливості для розвитку пізнавальної діяльності учнів. За умови методично обґрунтованого застосування такі технології можуть сприяти формуванню критичного мислення, розвитку аналітичних умінь та підвищенню інтересу учнів до навчання.

Використання штучного інтелекту як навчального інструменту потребує відповідної педагогічної організації, яка передбачає не лише отримання готових відповідей, але й аналіз, оцінювання та обговорення результатів. Саме такий підхід дозволяє використовувати сучасні цифрові технології для розвитку інтелектуальних умінь учнів та формування їхньої інформаційної грамотності. Перспективи подальших досліджень можуть

бути пов'язані з розробленням детальніших методичних рекомендацій щодо використання штучного інтелекту у вивченні інформатики, а також з експериментальною перевіркою ефективності таких підходів у практичній діяльності вчителя інформатики.

Список використаних джерел та літератури

1. Гуржій А. М., Шевченко О. Г. Освітній простір майбутнього: роль штучного інтелекту // Освітологічний дискурс. 2022. № 2. С. 90–98.
2. Кобзар Т. О. Формування критичного мислення учнів у процесі навчання: методичні підходи // Педагогічний альманах. 2019. № 42. С. 35–39.
3. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні до 2030 року. Київ, 2021.
4. Роль штучного інтелекту у розвитку критичного мислення через запитальне навчання на уроках інформатики. URL: <https://naurok.com.ua/rol-shtuchnogo-intelektu-u-rozvitku-kritichnogo-mislennya-cherez-zapitalne-navchannya-na-urokah-informatiki-477797.html> (дата звернення: 30.04.2026).
5. Соловійов І. Т. Можливості використання штучного інтелекту у формуванні критичного мислення учнів // Комп'ютер у школі та сім'ї. 2021. № 7. С. 10–14.
6. Шишкіна М. П. Цифровізація освіти в умовах розвитку штучного інтелекту // Наукові записки. Серія: Педагогіка. 2020. Вип. 189. С. 45–51.
7. Шульга Л. П. Критичне мислення: теорія та практика. Кропивницький : Екслібріс, 2020. 148 с.

Секція 5. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ ТА НАУЦІ

Опанасюк Надія,

*вчитель інформатики, ліцей № 5 м. Житомир, здобувач третього
(освітньо-наукового) рівня вищої освіти навчально-наукового інституту
педагогіки, Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир,*

Корнійчук Сергій,

*здобувач другого (магістерського) рівня
вищої освіти фізико-математичного
факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир,*

Постова Світлана,

*декан фізико-математичного факультету, доцент кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Сучасна школа орієнтується не лише на засвоєння учнями певного обсягу знань, а й на формування здатності застосовувати їх у нових ситуаціях, аналізувати інформацію, встановлювати взаємозв'язки, аргументувати власну позицію та самостійно знаходити способи розв'язання проблем. Особливого значення в цьому контексті набуває розвиток логічного мислення, яке є важливою складовою математичної та інформаційно-цифрової компетентностей.

Математика та інформатика, як навчальні дисципліни, мають значний потенціал для розвитку логічного мислення, оскільки передбачають роботу з алгоритмами, моделями, закономірностями, твердженнями, послідовностями дій та проблемними ситуаціями. Водночас ефективність

такого розвитку значною мірою залежить від характеру оцінювання навчальної діяльності.

Традиційне оцінювання часто концентрується переважно на кінцевому результаті: правильності відповіді, кількості виконаних завдань або рівні сформованості певних знань і вмінь. За такого підходу учень може отримати оцінку, але не завжди розуміє, як саме він міркував, що зробив правильно, у чому полягає помилка та яким чином можна вдосконалити спосіб розв'язання.

Формувальне оцінювання змінює цю логіку, оскільки передбачає постійний супровід навчання за допомогою зворотного зв'язку, самооцінювання, взаємооцінювання та коригування навчальної діяльності. Цифровізація такого оцінювання створює додаткові можливості для його оперативності, індивідуалізації та систематичності.

Саме тому актуальним є дослідження можливостей цифрових технологій у формувальному оцінюванні не лише як інструменту перевірки навчальних результатів, а як засобу створення умов для розвитку логічного мислення учнів.

Проблема формувального оцінювання посідає важливе місце в сучасній педагогічній теорії та практиці. Формувальне оцінювання розглядається як процес отримання та використання інформації про навчальну діяльність учнів для визначення їхнього поточного стану, надання зворотного зв'язку та планування подальших кроків навчання [1].

Важливим є положення про те, що оцінювання має бути інтегрованим у процес навчання, а не відокремленим від нього етапом. У такому разі результат оцінювання використовується не лише для фіксації досягнень, а й для прийняття педагогічних та навчальних рішень.

Сучасні цифрові технології розширюють інструментарій формувального оцінювання. Онлайн-опитування, інтерактивні вправи, цифрові дошки, навчальні платформи, системи швидкого тестування та інструменти спільної роботи дають змогу оперативно отримувати інформацію про розуміння навчального матеріалу учнями [2].

Водночас використання цифрових технологій саме по собі не гарантує розвитку логічного мислення. Визначальним є зміст завдань та спосіб організації навчальної діяльності. Якщо цифровий інструмент використовується лише для відтворення фактів або вибору правильної

відповіді, його розвивальний потенціал є обмеженим. Натомість завдання, які вимагають пояснення, аргументації, пошуку помилки, встановлення закономірності, порівняння способів розв'язання чи прогнозування результату, можуть бути ефективним інструментом розвитку логічних операцій.

Логічне мислення передбачає здатність учня послідовно аналізувати інформацію, виділяти суттєві ознаки, встановлювати зв'язки між об'єктами та явищами, порівнювати, класифікувати, робити висновки, знаходити суперечності та обґрунтовувати власні рішення.

На уроках математики такі вміння формуються під час розв'язування задач, доведення тверджень, роботи із закономірностями, аналізу різних способів розв'язання. На уроках інформатики логічне мислення розвивається через алгоритмізацію, програмування, аналіз даних, побудову алгоритмів, пошук і виправлення помилок у коді, моделювання та розв'язання проблемних ситуацій.

Формувальне оцінювання дозволяє зробити цей процес більш усвідомленим. Учень отримує можливість не лише дізнатися про правильність або неправильність власної відповіді, а й зрозуміти якість власного міркування [3]. У цьому контексті цифровізація формувального оцінювання може реалізовуватися за кількома напрямками.

Цифрові інструменти дають змогу швидко отримувати інформацію про те, наскільки учні зрозуміли навчальний матеріал. Наприклад, після пояснення нового способу розв'язання вчитель може запропонувати коротке завдання, у якому учні мають не просто вибрати відповідь, а визначити помилковий крок у міркуванні або пояснити причину вибору.

Особливо цінним є зворотний зв'язок, який містить не лише інформацію «правильно/неправильно», а орієнтир для подальшої роботи: «Перевір умову», «Порівняй два способи», «На якому кроці виникла суперечність?», «Обґрунтуй свій висновок». Такий підхід спрямовує учня від пошуку правильної відповіді до аналізу власного способу мислення.

Одним із ефективних засобів розвитку логічного мислення є робота з помилками. На уроках математики учням можна запропонувати готовий розв'язок задачі з навмисною помилкою та попросити: визначити крок, на якому допущено помилку; пояснити, чому цей крок є неправильним;

запропонувати правильний варіант; оцінити, чи вплинула помилка на кінцевий результат.

На уроках інформатики аналогічний підхід може застосовуватися під час роботи з програмним кодом. Учень аналізує алгоритм, знаходить помилкову конструкцію, пояснює її наслідки та пропонує виправлення. Таким чином, помилка перестає бути лише підставою для зниження оцінки й перетворюється на навчальний ресурс.

Важливою складовою формувального оцінювання є залучення учня до оцінювання власної діяльності. Цифрові форми рефлексії дозволяють швидко організувати цей процес наприкінці уроку. Наприклад, учням можна запропонувати відповісти на три запитання: Що сьогодні я навчився/навчилася робити? На якому етапі розв'язання виникли труднощі? Що я зроблю інакше під час виконання наступного завдання?

Для уроків математики та інформатики особливо корисними можуть бути запитання, спрямовані на усвідомлення логіки власних дій: «Чому я обрав саме цей спосіб?», «Яке правило використав?», «Як можу перевірити свій висновок?», «Чи існує інший спосіб розв'язання?». Така рефлексія сприяє формуванню метакогнітивних умінь та поступовому переходу учня від зовнішнього контролю до самоконтролю.

Цифровізація дає можливість перетворити формувальне оцінювання на безперервний цикл: діагностика → виконання завдання → отримання зворотного зв'язку → аналіз помилки → корекція → повторне виконання → рефлексія. Саме циклічність цього процесу створює умови для розвитку логічного мислення. Учень не просто отримує оцінку за результат, а має можливість повернутися до власного способу міркування, проаналізувати його та вдосконалити.

Доцільним є використання цифрових інструментів для створення різних типів формувальних завдань (таблиця 1.). При цьому цифровий інструмент є лише технологічною основою. Педагогічна цінність виникає завдяки правильно сконструйованому завданню та організації зворотного зв'язку.

Наприклад, замість тестового запитання «Яка відповідь правильна?» доцільно запропонувати завдання «Яке з наведених міркувань є правильним? Поясни, на якому кроці інші варіанти містять помилку». У

першому випадку переважно перевіряється результат, тоді як у другому - аналізується логіка міркування.

Таблиця 1

Приклади застосування формульовального оцінювання на уроках математики та інформатики

Тип завдання	Математика	Інформатика
«Знайди помилку»	Аналіз розв'язання рівняння	Аналіз програмного коду
«Продовж закономірність»	Числові послідовності	Послідовність команд алгоритму
«Обери та обґрунтуй»	Вибір способу розв'язання	Вибір алгоритму
«Знайди зайве»	Класифікація математичних об'єктів	Класифікація даних/алгоритмів
«Спрогнозуй результат»	Зміна параметрів функції	Виконання алгоритму
«Порівняй способи»	Різні способи розв'язання задачі	Різні алгоритми
«Поясни свій вибір»	Обґрунтування математичного твердження	Пояснення алгоритмічного рішення

Для того, щоб цифровізація формульовального оцінювання сприяла розвитку логічного мислення, необхідно дотримуватися низки умов.

По-перше, цифровий інструмент має відповідати педагогічній меті. Не варто використовувати технологію лише заради технології. Перед вибором платформи або сервісу вчитель має визначити, яке вміння учень повинен продемонструвати та який тип мисленнєвої діяльності буде для цього необхідним.

По-друге, завдання повинні передбачати не лише відтворення знань, а й застосування їх у нових ситуаціях. Перевагу доцільно надавати проблемним, дослідницьким, відкритим та контекстним завданням.

По-третє, цифровий зворотний зв'язок має бути змістовним. Повідомлення «правильно» або «неправильно» не завжди допомагає учневі зрозуміти власну помилку. Значно ефективнішими є підказки та запитання, які стимулюють повторний аналіз.

По-четверте, учень має бути активним учасником оцінювання. Самооцінювання та взаємооцінювання допомагають формувати відповідальність за власний результат і розвивають здатність критично оцінювати власні міркування.

По-п'яте, цифрове формувальне оцінювання має бути систематичним. Епізодичне використання цифрових тестів не забезпечує суттєвого впливу на розвиток мислення. Важливим є регулярне включення оцінювальних ситуацій у структуру уроку.

Отже, ефективне цифрове формувальне оцінювання можна розглядати як складову сучасного освітнього процесу, що поєднує діагностику, навчання, зворотний зв'язок і розвиток мислення. Водночас визначальним чинником залишається не сам факт використання цифрових технологій, а педагогічно доцільне конструювання завдань та організація роботи учнів із результатами оцінювання.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення системи цифрових формувальних завдань для різних вікових груп учнів, визначення критеріїв оцінювання логічних умінь та експериментальне дослідження впливу систематичного цифрового формувального оцінювання на розвиток логічного мислення школярів.

Список використаних джерел та літератури

1. Maskos, K., Schulz, A., Oeksuez, S.S. *et al.* Formative Assessment in Mathematics Education: A Systematic Review. *ZDM Mathematics Education* **57**, 2025. P. 679–693. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01696-x>
2. Morze, N., Vember, V., & Boiko, M. (2019). ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ. *Електронне наукове фахове видання “ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ”*, С. 202–214. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s19>

3. Букалов Л., Васильєва Д. Формувальне оцінювання у навчанні математики : методичний посібник. - К. : Видавничий дім «Освіта», 2025. 31 с.

Остапчук Оксана,

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету*

Науковий керівник: Федорчук Анна,

*доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

МЕТОД ПРОЄКТІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ОСВІТИ: ПОТЕНЦІАЛ І ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Реформування національної системи освіти, започатковане Концепцією Нової української школи (НУШ) [5], зумовлює переосмислення дидактичного інструментарію, спроможного забезпечити перехід від знаннєвої парадигми до компетентнісної. Серед таких інструментів особливе місце посідає метод проєктів як педагогічна технологія, що має понад столітню традицію в українському шкільництві. Активне впровадження методу у 1920–1930-х рр. стало результатом дидактичних пошуків, пов'язаних з активізацією навчальної роботи, поєднанням навчання з життям і виробництвом, а також реалізацією трудового виховання учнів [3]. Із відновленням незалежності України метод проєктів поступово повертався до шкільної практики, а впродовж наступних десятиліть став предметом ґрунтовних теоретичних і методичних досліджень українських науковців та сформувався у самостійну педагогічну технологію. Сучасний етап реформи надає методу проєктів нового нормативного спрямування.

У сучасній освітній моделі метод проєктів визначено одним із провідних засобів реалізації компетентнісного навчання. У Концепції НУШ його розглянуто як основний підхід до формування ключових компетентностей здобувачів освіти. У шкільному курсі інформатики 10–11 класів, який функціонує як вибірково-обов'язковий предмет рівня

стандарту, проєктна діяльність передбачена змістом навчальної програми [1].

А. Терещук, аналізуючи методичні особливості організації проєктної діяльності школярів в умовах НУШ, обґрунтовує метод проєктів як провідний концепт реалізації засадничих ідей реформи, зокрема розвитку наскрізних умінь, інтегрованого підходу та дослідницької компетентності. Дослідник наголошує: метод проєктів у сучасному освітньому процесі не суперечить змісту навчальних програм, а визначає логіку використання інших засобів і методів роботи вчителя [6, с. 130–135].

Водночас на рівні старшої профільної школи положення НУШ поки не реалізовані повною мірою, оскільки 10–11 класи функціонують у межах попередніх стандартів і програм. Постанова Кабінету Міністрів України № 851 від 25 липня 2024 р. затверджує Державний стандарт профільної середньої освіти, який набирає чинності з 1 вересня 2027 р. [4]. Новий стандарт продовжує концептуальні засади НУШ у межах трирічної старшої школи з академічним та професійним спрямуванням, профільно-адаптаційним і профільним циклами навчання, а також орієнтацією на формування інтегральних компетентностей. За таких умов метод проєктів набуває нового методологічного значення.

У межах сучасної освітньої парадигми метод проєктів виявляє себе не як локальна педагогічна технологія, а як підхід, інтегрований із STEM-освітою, діяльнісним і компетентнісним навчанням, розвитком «soft skills» (м'яких навичок). Знання, сформовані у процесі проєктної діяльності, мають інтегрований характер і виходять за межі окремої освітньої галузі [6, с. 136]. У шкільному курсі інформатики метод проєктів орієнтує учнів на створення інформаційних продуктів – баз даних, програмних застосунків, статистичних моделей прогнозування з урахуванням пізнавальних інтересів учнів та використанням відповідних засобів ІКТ [2, с. 915–918].

Теоретичні засади методу проєктів сформував наприкінці ХІХ ст. американський філософ Дж. Дьюї, а подальше концептуальне обґрунтування здійснив його послідовник В. Кілпатрик. У републікованих працях українських педагогів 1920-х рр., уміщених у збірнику «Метод проєктів в українській школі 1920–1930-х років», Х. Бобров визначає проєкт як комплекс, що його самостійно розроблює учень, та виокремлює такі переваги методу, як розвиток ініціативи, привчання до планової праці,

формування вміння зважувати обставини, сили й час, розвиток енергії та наполегливості у досягненні мети [3, с. 23–25]. Водночас у педагогічному дискурсі того часу простежувалася і критика методу: за такої організації роботи, на думку опонентів, в учнів може формуватися «дух відокремленої людини», що ускладнює подальшу інтеграцію у колективні форми праці [3, с. 25]. У републікованих матеріалах 1920-х рр. В. Волобуєв акцентує увагу на колективному характері проєктної діяльності та необхідності адаптації методу до конкретних умов функціонування школи, зокрема через посилення елементів колективної взаємодії [3, с. 148–154]. У сучасному українському педагогічному дискурсі метод проєктів розглядають як систему навчання, у межах якої самостійна діяльність учнів спрямована на формування знань, розвиток логічного мислення, виявлення проблем та прийняття рішень [2, с. 915–917].

Запровадження методу проєктів у сучасних умовах супроводжується низкою системних викликів. У практиці української школи досі не подолано формальний підхід, за якого проєктну діяльність зводять до перейменування практичних робіт без зміни характеру навчальної взаємодії [6, с. 132]. Серед основних труднощів простежуються обмежений навчальний час, недостатня методична готовність учителів до використання цифрових технологій, дефіцит командних форм роботи, а також складність поєднання проєктної діяльності з класно-урочною системою [2, с. 918]. Перехід до нового Державного стандарту профільної середньої освіти додатково актуалізує означені проблеми, оскільки профільно-адаптаційний цикл навчання потребує ефективного методичного забезпечення проєктної діяльності, орієнтованої на формування інтегральних компетентностей.

Метод проєктів залишається актуальним інструментом дидактичної практики української школи. Показово, що основні проблеми його впровадження – адаптація до національних умов, поєднання з масовою школою, баланс між індивідуальною та колективною діяльністю, розрив між потенціалом методу та реальними можливостями освітньої системи – у різних формах зберігаються протягом століття. Подібна сталість зумовлена не браком наукового осмислення, а високою динамікою технологічних і соціокультурних змін, за якими освітня система не завжди встигає адаптуватися. Водночас дидактичний потенціал методу проєктів

залишається значним, оскільки завдяки гнучкості він здатний інтегрувати сучасні освітні запити – від розвитку цифрової компетентності до STEM-орієнтованого навчання. За умов переходу до нового Державного стандарту профільної середньої освіти ефективність методу проєктів визначатиметься не самим фактом його впровадження, а здатністю освітньої системи забезпечити методичну, технологічну та організаційну готовність до зміни логіки навчання.

Список використаних джерел та літератури

1. Інформатика: навчальна програма вибірково-обов'язкового предмету для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). 61 с. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
2. Кобильник Т., Гринаш Л., Дзямко В., Чапля В. Метод проєктів у шкільному курсі інформатики старшої школи. Актуальні питання у сучасній науці. 2024. № 4 (22). С. 915–926. DOI: 10.52058/2786-6300-2024-4(22)-915-926
3. Метод проєктів в українській школі 1920–1930-х років / Педагогічний музей України; уклад.: В. Гайдей, О. Міхно; наук. консультант О. Сухомлинська. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В., 2019. 192 с.
4. Про затвердження Державного стандарту профільної середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 № 851. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-%D0%BF>
5. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80>
6. Терещук А. Метод проєктів як провідний концепт технологічної освіти учнів Нової української школи. Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. 2024. Вип. 1. С. 130–137. DOI: 10.31499/2307-4906.1.2024.302220

*Рараговський Дмитро,
здобувач першого(бакалаврського) рівня вищої освіти
фізико-математичного факультету
Науковий керівник: Яценко Оксана,
асистент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка, м. Житомир*

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЕДОВИЩА ROBLOX STUDIO ЯК ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Стрімкий розвиток цифрових технологій та інтеграція STEM/STEAM-підходів у сучасну освіту вимагають пошуку нових інструментів для навчання програмування, комп'ютерного моделювання та тривимірного дизайну. Традиційні методи навчання програмування та текстові середовища розробки досить часто створюють високий поріг входження для учнів початкової та середньої школи, тоді як виключно блочні середовища розробки, такі як Scratch, мають обмежений потенціал для переходу до професійного програмування, та часто не забезпечують достатньої мотивації учнів та не формують стійкого інтересу до предмета.

Саме тому привернула увагу платформа Roblox Studio – середовище для розробки тривимірних ігор, яке щодня використовують мільйони підлітків у всьому світі. За даними Roblox Corporation (2023), платформа нараховує понад 71 мільйон активних користувачів щодня, а понад 3 мільйони розробників щомісяця створюють власні ігрові проєкти [1]. Унікальність Roblox Studio полягає в тому, що вона перетворює учня з пасивного споживача ігрового контенту на активного розробника, який застосовує алгоритмічне мислення для реалізації власних ідей мовою програмування Lua.

Roblox Studio представляє собою унікальну та високоефективну гібридну платформу, яка поєднує інтуїтивно зрозумілий інструментарій для 3D-моделювання з повноцінним текстовим програмуванням. Вона виступає провідним інструментом для гейміфікованого навчання розробці ігор (Game Development), алгоритмізації та комп'ютерних наук.

Roblox Studio – це безкоштовне інтегроване середовище розробки (IDE), що дозволяє створювати тривимірні інтерактивні ігри та досвіди на

платформі Roblox [2]. Платформа побудована за клієнт-серверною архітектурою та використовує потужний пропрієтарний 3D-рушій, оптимізований для багатокористувацьких середовищ. Для освітнього програмування принципово важливими є такі технологічні характеристики платформи: кросплатформеність (Windows, macOS), безкоштовність, наявність хмарного збереження проєктів та підтримка командної розробки через Team Create. Ці властивості роблять Roblox Studio доступним для будь-якого класу з мінімальним технічним оснащенням.

В основі проєктування тривимірного простору лежить концепція об'єктної моделі документа, адаптована під потреби ігрової індустрії. Кожен створений проєкт є ієрархічним деревом об'єктів, де кореневим елементом виступає гра, а всередині неї розподілені спеціалізовані контейнери (сервіси):

- Workspace – містить усі фізичні об'єкти, тривимірні деталі (Parts) та ландшафт (Terrain), що безпосередньо взаємодіють у просторі;
- Players – відповідає за керування підключеними користувачами, їхніми обліковими записами та персонажами;
- ReplicatedStorage – контейнер для збереження ресурсів та модулів, які мають бути одночасно доступні як для клієнта, так і для сервера;
- ServerStorage – захищений контейнер для збереження ресурсів, видимих виключно для серверних скриптів;
- StarterGui – призначений для зберігання та керування графічним інтерфейсом користувача (кнопки, текстові поля, меню) [2].

Така чітка та логічна деревоподібна структура може слугувати ілюстративною навчальною моделлю, що дозволяє наочно пояснити учням фундаментальні концепції ієрархії, успадкування та властивостей об'єктів в об'єктно-орієнтованому програмуванні.

Важливою складовою технологічної бази платформи є вбудований фізичний рушій, що використовує передовий математичний апарат симуляції реального часу PGS (Projected Gauss-Seidel solver). Він з високою точністю може розрахувати: параметри гравітації та сили тертя; фізичні зіткнення тіл; складні механічні зв'язки (шарніри, пружини, мотузки,

циліндричні з'єднання); аеродинамічні та гідродинамічні властивості об'єктів у воді [3].

Для освітнього процесу це відкриває унікальну можливість створення інтерактивних віртуальних лабораторій, де учні можуть експериментувати з фізичними законами, миттєво спостерігаючи результати зміни маси чи пружності об'єктів через написаний ними код.

Головним інструментом реалізації алгоритмічної логіки в Roblox Studio є мова програмування Lua – інтерпретована мова програмування, розроблена в Бразильському університеті PUC-Rio у 1993 році [4]. У Roblox Studio вона є єдиною мовою написання скриптів, що робить її обов'язковим інструментом для всіх, хто розробляє ігри на платформі. Lua має низку переваг для розвитку алгоритмічного мислення:

1. Простий синтаксис, наближений до природної мови. Конструкції if-then-end, for-do-end, while-do-end читаються практично як звичайні речення, що знижує когнітивне навантаження учнів і дозволяє зосередитись на логіці алгоритму, а не на синтаксичних деталях.

2. Поступова типізація дозволяє учням-початківцям не турбуватись про оголошення типів і одразу концентруватись на логіці програми. Водночас це не означає відсутності типів: Lua підтримує числа, рядки, булеві значення, таблиці та функції як значення першого класу.

3. Ізоляція середовища виконання Lua від операційної системи комп'ютера унеможливорює випадкове пошкодження файлової системи учнями чи запуск небезпечних мережевих сценаріїв, що гарантує високу безпеку під час навчання [4].

Модель виконання скриптів у Roblox Studio побудована навколо концепції розподілених обчислень, що дозволяє наочно демонструвати учням принципи роботи сучасних мереж та веб-технологій. Платформа використовує три типи скриптів, які можна використати для виконання проєктних завдань (таблиця 1):

Таблиця 1.

Характеристика типів скриптів та сфера їхнього застосування в освітніх проєктах

Тип скрипта	Локація виконання	Використання в освітніх проєктах
Server Script	Виконується на хмарному сервері Roblox	Глобальна логіка гри, обробка баз даних, збереження прогресу гравців, зміна стану ігрового світу для всіх
Local Script	Виконується на пристрої конкретного гравця (клієнті)	Зчитування та обробка введення даних (клавіатура, миша, сенсор), кастомізація UI, анімація камери, локальні візуальні ефекти
Module Script	Завантажується за запитом (require) на клієнті або сервері	Вивчення концепції повторного використання коду (DRY), функціонального та об'єктно-орієнтованого програмування

Інтегроване середовище розробки Roblox Studio містить повний набір інструментів професійного рівня, адаптованих для навчання: Script Editor з інтелектуальними підказками на базі ШІ та статичний аналіз помилок допомагають виявляти синтаксичні огріхи ще на етапі написання тексту; інструменти налагодження вчить майбутніх інженерів культурі дебагінгу, дозволяючи покроково аналізувати зміну значень змінних під час виконання програми; інтегрована бібліотека готових 3D-моделей, аудіо та текстур розвиває навички роботи з готовими ресурсами та їхньої подальшої модифікації; емулятор мобільних пристроїв дозволяє миттєво протестувати проєкт під різні формати екранів (смартфони, планшети, ПК, консолі), навчаючи учнів принципів адаптивного дизайну (Responsive UI). Завдяки цим можливостям Roblox Studio успішно вирішує ключові дидактичні завдання під час викладання інформатики та розвитку STEM-компетентностей:

Підсумовуючи техніко-технологічну характеристику, можна стверджувати, що Roblox Studio є високоефективним високотехнологічним середовищем для освітнього програмування. Технічні характеристики платформи – гнучка мова Lua, наочна об'єктна модель ієрархії, повноцінна

фізична симуляція та вбудовані професійні інструменти налагодження – створюють унікальний міст між ігровим процесом та академічним програмуванням. Використання Roblox Studio в освітньому процесі дозволяє трансформувати учнів із пасивних споживачів контенту на активних творців цифрових світів, закладаючи міцний фундамент для майбутньої кар'єри у сферах Software Engineering, GameDev, 3D-дизайну та Data Science.

Список використаних джерел та літератури

1. Roblox had 71.5m daily active users at the end of 2023. *Music Ally*. URL: <https://musically.com/2024/02/08/roblox-had-71-5m-daily-active-users-at-the-end-of-2023/> (date of access: 10.05.2026).
2. Roblox. *Roblox*. URL: <https://www.roblox.com/> (date of access: 29.05.2026).
3. Roblox Creator Hub. Collaborative Development (Team Create). URL: <https://create.roblox.com/docs/studio/collaborative-editing> (дата звернення: 10.05.2026).
4. Luau Programming Language. Luau Open Source Project & Technical Overview. URL: <https://luau-lang.org> (дата звернення: 10.05.2026).
5. Luau. *MediaFire*. URL: <https://www.mediafire.com/file/whkl09bymj6223b/Luau.pdf/file> (date of access: 29.05.2026).

*Танський Максим,
здобувач першого(бакалаврського) рівня вищої освіти,
фізико-математичного факультету,
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир
Усата Олена,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОЦІНЮВАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ

Сучасний розвиток професійної освіти в Україні супроводжується активним впровадженням цифрових технологій у навчальний процес. У цих умовах особливого значення набуває оновлення підходів до оцінювання результатів навчання здобувачів освіти, оскільки традиційні форми контролю не завжди забезпечують оперативний зворотний зв'язок, об'єктивність та індивідуалізацію освітнього процесу. Важливим орієнтиром у цьому напрямі стала європейська рамка цифрових компетентностей DigComp 3.0, у якій цифрова компетентність трактується як здатність людини відповідально, критично та ефективно використовувати цифрові технології в різних сферах діяльності [1,2]. У контексті професійної освіти це передбачає не лише формування цифрових навичок, а й розвиток уміння працювати з цифровими сервісами, аналізувати інформацію та взаємодіяти із системами штучного інтелекту [1,3].

Цифрові сервіси та штучний інтелект розвиваються настільки стрімко, що їхня поява в закладах освіти стала закономірною. Проте реальна практика оцінювання у закладах професійної (професійно-технічної) освіти часто залишається консервативною – усе зводиться до звичних заліків та іспитів наприкінці теми чи семестру. Саме тому перехід на сучасні цифрові платформи та можливості штучного інтелекту – це не просто данина моді, а реальна потреба для професійної освіти.

Метою дослідження є аналіз можливостей використання цифрових інструментів і технологій штучного інтелекту в оцінюванні результатів навчання здобувачів професійної освіти.

У сучасній дидактиці одним із найбільш перспективних підходів вважається формувальне оцінювання. Його сутність полягає у зміщенні пріоритетів від констатації фінальних результатів до безпосереднього супроводу та моніторингу навчальної діяльності здобувачів. Завдяки такому підходу педагог отримує можливість оперативно діагностувати рівень засвоєння матеріалу, тоді як студенти набувають навичок саморефлексії, диференціюють власні досягнення та отримують рекомендації щодо корекції знань. Інтеграція цифрових платформ та хмарних сервісів у цей процес інтенсифікує оцінювання, забезпечуючи автоматизацію та підвищуючи загальну ефективність дидактичної взаємодії [6].

Для організації швидкого контролю знань та збору оперативного зворотного зв'язку доцільно використовувати сервіс Plickers, який дозволяє проводити фронтальне опитування навіть за відсутності у здобувачів мобільних пристроїв. Особливістю сервісу є використання паперових карток із QR-кодами, що дає змогу швидко фіксувати відповіді всієї групи та автоматично аналізувати результати оцінювання. Такий підхід сприяє залученню всіх учасників освітнього процесу та забезпечує оперативне виявлення труднощів у засвоєнні навчального матеріалу.

Для організації інтерактивного зворотного зв'язку під час занять доцільно використовувати платформу Mentimeter. Завдяки інструментам експрес-опитування, миттєвого голосування та візуалізації відповідей у вигляді хмар слів, викладач може швидко діагностувати рівень розуміння термінології та виявити складні для сприйняття питання. Важливою перевагою сервісу є анонімність участі, що мінімізує психологічний бар'єр перед можливою помилкою, знімає напруження в аудиторії та стимулює пізнавальну активність.

Коли ж необхідний чітко структурований контроль теоретичної підготовки, ефективним рішенням стає платформа Classtime. Сервіс дозволяє проводити тестові сесії з автоматичною рандомізацією запитань та миттєвим аналізом результатів. Це забезпечує високу об'єктивність, робить оцінювання повністю неупередженим і суттєво знижує ризики

порушення академічної доброчесності. У професійній освіті такий підхід є особливо затребуваним, оскільки дозволяє поєднати оперативність контролю знань із його надійністю та достовірністю.

Окреме місце у сучасній системі оцінювання посідають гейміфіковані платформи, які перетворюють рутинний контроль на захопливий процес. Яскравим прикладом тут є конструктор Wordwall, за допомогою якого можна за лічені хвилини створювати різноманітні інтерактивні вправи, квести, вікторини та міні-ігри. Завдяки ігровим елементам перевірка знань формує позитивне ставлення до самого процесу. Використання таких інструментів показує чудові результати саме у професійній освіті, де важливо поєднувати теорію з практикою та підтримувати інтерес здобувачів до виконання завдань.

Окрему увагу в сучасних умовах слід приділити використанню технологій штучного інтелекту в оцінюванні результатів навчання. Відповідно до положень європейських документів щодо цифрових прав та розвитку штучного інтелекту, впровадження таких технологій має здійснюватися з дотриманням принципів прозорості, безпечності та етичності [4, 5]. У професійній освіті інструменти ШІ можуть використовуватися для персоналізації навчання, автоматичного створення тестових завдань, адаптації складності матеріалу та формування індивідуального зворотного зв'язку.

Гарним прикладом застосування штучного інтелекту в навчанні є сервіс NotebookLM. Його перевага у тому, що він працює тільки з тими матеріалами, які завантажив сам викладач. Завдяки цьому всі тести, конспекти чи підказки створюються виключно на основі перевіреної інформації, що повністю виключає вигадки штучного інтелекту чи використання фейкових даних. З такими системами оцінювання стає дійсно гнучким, адже програма може підлаштовуватися під знання та потреби кожного конкретного студента.

Ще варто звернути увагу на такий факт, що цифрові інструменти – це можливість збирати та аналізувати оцінки накопичувально. Викладачу більше не треба зводити все вручну: електронні портфоліо та цифрові звіти самі зберігають результати. Це дозволяє спокійно спостерігати за успіхами студента протягом усього семестру чи року. У підсумку ми бачимо

реальний рівень майбутнього фахівця, а самі студенти вчаться аналізувати власні помилки.

З метою систематизації дидактичних можливостей розглянутих технологій було здійснено порівняльний аналіз. Вибір конкретного інструменту має залежати від мети заняття, етапу навчання та специфіки професійної підготовки майбутніх фахівців (табл. 1).

Таблиця 1.

Цифрові інструменти для різних видів оцінювання

Цифровий інструмент / ШІ	Вид оцінювання	Основна дидактична функція	Особливість застосування у проф. освіті
Plickers	Формувальне (експрес-контроль)	Швидкий фронтальний зріз знань	Не потребує гаджетів у студентів (опитування за картками)
Mentimeter	Формувальне / Діагностичне	Інтерактивний зворотний зв'язок, рефлексія	Анонімність, візуалізація думок (хмари слів)
Classtime	Контролююче (сумативне)	Об'єктивний тестувальний контроль	Рандомізація питань, захист від списування
Wordwall	Формувальне (ігрове)	Підвищення мотивації через гейміфікацію	Закріплення професійних термінів у формі гри
NotebookLM (ШІ)	Адаптивне / Самооцінювання	Персоналізований аналіз джерел	Робота виключно з верифікованим контентом викладача

Результати дослідження засвідчують, що поєднання традиційних методів із гейміфікованими додатками (Wordwall) та інтерактивними опитуваннями (Mentimeter, Plickers) змінює саму парадигму контролю. Замість констатації результатів викладач отримує дієвий інструмент супроводу навчання. Водночас інтеграція спеціалізованих платформ (Classtime) у синергії з ШІ гарантує неупередженість оцінювання. Це

дозволяє проєктувати гнучкі, персоналізовані освітні траєкторії без порушення принципів академічної доброчесності.

Отже, впровадження цифрових сервісів та інтелектуальних технологій в систему оцінювання закладів професійної освіти суттєво підвищує якість освітнього процесу. Завдяки оперативному зворотному зв'язку контроль трансформується у гнучку систему підтримки здобувачів. Застосування сучасних ІТ-рішень оптимізує моніторинг знань, роблячи перевіірочні процедури прозорими, інтерактивними та психологічно комфортними для студентів.

Список використаних джерел та літератури

1. Сікора Я. Б., Кривонос О. М. DigComp 3.0 як новий етап розвитку європейської моделі цифрових компетентностей. Перспективи та інновації науки. 2026. № 2(60). С. 1432–1443. DOI: 10.52058/2786-4952-2026-2(60)-1432-1443.
2. Cosgrove J., Cachia R. DigComp 3.0: European Digital Competence Framework – Fifth Edition. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2025. 113p. DOI: 10.2760/0001149.
3. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження КМУ від 3.03.21р. № 167-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80?utm_source=chatgpt.com#Text
4. European Declaration on Digital Rights and Principles for the Digital Decade / European Commission. 2023. URL: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-declaration-digital-rights-and-principles?utm_source=chatgpt.com
5. Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). 2024. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1689&utm_source=chatgpt.com
6. Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Використання цифрових технологій для формуального оцінювання. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2019. Спецвипуск. С. 202–214. DOI: 10.28925/2414-0325.2019s19.

Шмалюк Микола,

*викладач спеціальних дисциплін відділення агроінженерія, Житомирський
агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир*

Постова Світлана,

*декан фізико-математичного факультету, доцент кафедри
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
кандидат педагогічних наук, доцент
Житомирський державний університет імені Івана Франка,
м. Житомир*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ АГРОІНЖЕНЕРІВ

Сучасний розвиток аграрного виробництва супроводжується активним упровадженням цифрових технологій, автоматизації, роботизації та інтелектуальних систем керування сільськогосподарською технікою. Зміни у виробничій сфері зумовлюють необхідність удосконалення професійної підготовки майбутніх агроінженерів, які повинні володіти не лише фундаментальними інженерними знаннями, а й сучасними цифровими інструментами проєктування, моделювання та аналізу технічних систем.

Одним із перспективних напрямів цифровізації інженерної освіти є використання технологій тривимірного моделювання. На відміну від традиційного двовимірного креслення, 3D-модель дозволяє сформувати об'ємне уявлення про конструкцію, взаємне розташування деталей, принцип функціонування механізмів та особливості їх складання.

Для майбутнього агроінженера такі можливості мають особливе значення, оскільки об'єктами його професійної діяльності є трактори, комбайни, ґрунтообробні та посівні машини, системи внесення добрив, обладнання для тваринницьких і переробних підприємств, а також різноманітні механічні, гідравлічні та електронні системи.

Проблематика цифровізації професійної та інженерної освіти активно досліджується вітчизняними й зарубіжними науковцями (Грушецький С., Садовий М., Струтинська О., Трифонова О.). Значна увага приділяється використанню систем автоматизованого проєктування, технологій віртуальної та доповненої реальності, адитивного виробництва, цифрових двійників та інших засобів цифрової трансформації освіти.

Технології автоматизованого проєктування (CAD) сьогодні є невід'ємною складовою діяльності сучасного інженера. Вони забезпечують можливість створення точних цифрових моделей деталей і складальних одиниць, виконання технічних розрахунків, аналізу конструкцій та підготовки даних для подальшого виробництва.

У контексті агроінженерної освіти особливого значення набуває поєднання CAD-моделювання з адитивними технологіями [3]. Такий підхід дає можливість реалізувати повний цикл інженерного проєктування: від виникнення технічної ідеї та її цифрової реалізації до створення фізичного прототипу за допомогою 3D-принтера.

Водночас потребує подальшого дослідження методика системного використання 3D-моделювання саме у професійній підготовці агроінженерів, з урахуванням специфіки сільськогосподарської техніки та практичних завдань майбутньої професійної діяльності [2].

Метою статті є обґрунтування доцільності використання технологій 3D-моделювання у професійній підготовці майбутніх агроінженерів та визначення основних напрямів їх інтеграції в освітній процес.

Тривимірне моделювання являє собою процес створення цифрового об'ємного представлення реального або проєктованого об'єкта за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

У професійній діяльності інженера 3D-модель може виконувати декілька функцій: бути графічним представленням конструкції, основою для створення робочої документації, вихідними даними для проведення інженерних розрахунків, основою для виготовлення прототипу та засобом комунікації між учасниками проєктування.

В освітньому процесі 3D-модель набуває додаткового педагогічного значення. Вона дозволяє студенту не лише побачити об'єкт, а й самостійно створити його цифрову копію, дослідити конструкцію, змінити параметри та оцінити результат.

Наприклад, під час вивчення конструкції ґрунтообробної машини студент може створити тривимірні моделі рами, робочих органів, опорних коліс, механізмів регулювання та інших елементів. Після цього окремі компоненти можуть бути об'єднані у складальну модель.

Таким чином, процес навчання переходить від пасивного сприйняття інформації до активної інженерної діяльності.

Професійна підготовка майбутніх агроінженерів передбачає опанування значного обсягу інформації про будову, принцип дії, технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. Використання 3D-моделювання дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичною діяльністю [1].

Основними напрямками застосування технологій 3D-моделювання доцільно визначити: моделювання деталей сільськогосподарських машин; створення тривимірних складальних одиниць; візуалізацію конструкції машин і механізмів; моделювання кінематичних зв'язків; проєктування деталей і конструктивних елементів; відтворення цифрових моделей зношених або пошкоджених деталей; створення прототипів за допомогою 3D-друку; моделювання модернізованих конструкцій; підготовку моделей до подальшого виробництва; виконання навчальних проєктів та інженерних розрахунків.

Особливо перспективним є застосування 3D-моделювання під час вивчення дисциплін, пов'язаних із конструкцією та експлуатацією сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел та літератури

4. Strutynska, O. ВИКОРИСТАННЯ РОБОТОТЕХНІКИ ТА 3D ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ РОЗВИТКУ STEM ОСВІТИ. *Електронне наукове фахове видання “ВІДКРИТЕ ОСВІТНЄ Е-СЕРЕДОВИЩЕ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ”*, № 7, 2019. С. 96–109. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019.7.10>
5. Грушецький С. М., Волинкін М. П., Мисів О. І. Організаційно-педагогічні умови формування інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх фахівців агроінженерії. Професійно-прикладні дидактики. 2024. № 2. С. 31-36. DOI: 10.37406/2521-6449/2024-2-5.
6. Хомутенко, М. В., Садовий, М. І., Трифонова, О. М., & Курнат, Г. Л. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗАСОБАМИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (191), 170-175. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-170-175>

Секція 6. МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ У ВОЄННИЙ ТА ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОДИ В УКРАЇНІ

Ананченко Олександр,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти факультету фізичного
виховання і спорту,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир*

Вербовський Ігор,

*кандидат педагогічних наук, доцент
начальник навчального відділу, доцент
кафедри професійно-педагогічної,
спеціальної освіти, андрагогіки та
управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир*

ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ОСВІТНІХ ДАНИХ ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ У ВОЄННИЙ ЧАС

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну докорінно змінило умови функціонування національної системи освіти: зруйновано або пошкоджено тисячі закладів освіти, значна частина здобувачів навчається дистанційно або в змішаному форматі, освітній процес систематично переривається повітряними тривогами й перебоями електропостачання, а частина педагогічних і управлінських кадрів виконує службові обов'язки поза межами постійного місця роботи. За таких умов управлінське рішення, ухвалене без урахування оперативних і достовірних даних, втрачає ефективність, оскільки освітня ситуація в закладі, громаді чи регіоні здатна змінюватися впродовж доби. Це актуалізує потребу переходу від традиційного, здебільшого ретроспективного управління якістю освіти до управління адаптивного типу, здатного гнучко реагувати на зміну зовнішніх обставин на основі безперервного збору, накопичення й аналітичної обробки освітніх даних [2]. Провідну роль у забезпеченні такого управління відіграють цифрові платформи – Єдина державна

електронна база з питань освіти, Інформаційна система управління освітою, вебплатформа «Всеукраїнська школа онлайн» та інші сервіси, що дають змогу керівникам різних рівнів отримувати структуровану інформацію про контингент здобувачів освіти, стан кадрового забезпечення, результати навчання та безпекову ситуацію в закладах [5; 6]. Водночас практика засвідчує, що управлінський потенціал цих платформ використовується не повною мірою, а методичні засади їх застосування саме як інструменту адаптивного управління якістю освіти у воєнний час опрацьовано недостатньо, що й зумовлює актуальність обраної теми.

Проблему адаптивного управління освітніми системами в умовах невизначеності досліджує Г. Єльнікова, М. Жук та С. Кретович, які обґрунтовують модель адаптивного управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні, наголошуючи на потребі постійного моніторингу стану освітнього середовища й оперативного коригування управлінських дій [2]. Р. Жога розглядає адаптивні технології в діяльності суб'єктів управління освітнім процесом, пропонуючи інструментарій адаптивного оцінювання й моніторингу навчальних досягнень здобувачів освіти в умовах нестабільності [3]. Питання адаптації дистанційного навчання у закладах вищої освіти до умов воєнного стану висвітлено в дослідженні І. Крамаренко, Т. Корнішевої та І. Сілютіної, які акцентують увагу на технологічних і психологічних чинниках ефективності дистанційної взаємодії [4]. Технологічні аспекти освітньої аналітики розкрито в праці О. Глазунової, Є. Клименка, Т. Волошиної, М. Мокрієва та О. Вороненко, які описують інструменти обробки великих масивів освітніх даних на основі системи управління навчанням Moodle та засобів бізнес-аналітики Power BI, що уможливорює ухвалення керівниками закладів вищої освіти обґрунтованих управлінських рішень [1]. Питання цифрової компетентності педагогів як умови ефективної роботи з цифровими освітніми платформами досліджує С. Толочко [7]. Високо оцінюючи здобутки згаданих науковців, зауважимо, що цілісного розгляду цифрових платформ саме як єдиного механізму збору та обробки освітніх даних, інтегрованого в контур адаптивного управління якістю освіти у воєнний час, у сучасному науковому дискурсі ще не представлено, що потребує подальшого опрацювання.

Мета нашого дослідження полягає у визначенні сутності та функціональних можливостей цифрових платформ збору й обробки освітніх даних як механізму адаптивного управління якістю освіти в умовах воєнного стану, а також у систематизації таких платформ за рівнем управлінського застосування.

Адаптивне управління якістю освіти розуміємо як тип управлінської діяльності, що ґрунтується на безперервному циклі «збір даних – аналіз – ухвалення рішення – зворотний зв'язок» і передбачає гнучку зміну управлінських дій відповідно до фактичного стану освітнього середовища [2; 3]. У воєнний час таке управління неможливе без цифрової інфраструктури, здатної акумулювати різноманітні дані – про контингент здобувачів освіти, зокрема тих, хто перебуває за кордоном чи на тимчасово окупованих територіях, про кадрове забезпечення, результати навчання, стан матеріально-технічної бази та безпекові показники закладів.

Під цифровою платформою збору та обробки освітніх даних розуміємо програмно-технічний комплекс, що забезпечує реєстрацію, накопичення, структурування, аналітичну обробку й візуалізацію освітньої інформації для потреб управління на певному рівні – закладу освіти, територіальної громади, регіону або держави загалом.

За результатами аналізу практики функціонування цифрової освітньої інфраструктури України пропонуємо виокремлювати три рівні цифрових платформ, залучених до контуру адаптивного управління якістю освіти.

Перший, макрорівень, становлять державні реєстрові платформи – Єдина державна електронна база з питань освіти, що акумулює дані про суб'єктів освітньої діяльності, здобувачів освіти та документи про освіту [6], та Інформаційна (Державна інформаційна) система управління освітою, призначена для збору статистичної звітності в системі загальної середньої освіти. Дані цього рівня використовує Міністерство освіти і науки України для ухвалення рішень щодо мережі закладів освіти, розподілу освітньої субвенції та формування державної освітньої політики.

Другий, мезорівень, охоплює платформи регіонального й територіального управління освітою, що дають змогу органам управління освітою територіальних громад та департаментам освіти обласних адміністрацій отримувати узагальнену інформацію про стан мережі закладів, зокрема щодо переміщених закладів освіти, кількості здобувачів,

які навчаються дистанційно, та рівня забезпечення укриттями на випадок повітряної тривоги.

Третій, мікрорівень, становлять платформи закладу освіти – електронні журнали й щоденники, системи управління навчанням на кшталт Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams for Education, а також аналітичні надбудови на кшталт Power BI, що дають змогу керівникові закладу відстежувати навчальний прогрес, відвідуваність в умовах змішаного навчання та рівень залучення здобувачів до освітнього процесу [1]. Окреме місце в цій системі посідає вебплатформа «Всеукраїнська школа онлайн», яка не лише забезпечує доступ до освітнього контенту, а й слугує джерелом даних про використання дистанційних курсів здобувачами освіти з тимчасово окупованих територій і територій бойових дій [5].

Практика показує, що ефективність адаптивного управління залежить не так від кількості платформ, як від їх узгодженості та інтеоперабельності: керівник закладу, громади чи регіону має отримувати не розрізнені масиви даних, а узагальнену аналітичну картину, придатну для оперативного ухвалення рішень. Це вимагає, з одного боку, технологічної інтеграції платформ різних рівнів, а з другого – формування в керівників закладів освіти цифрової й аналітичної компетентності, здатності інтерпретувати дані та переводити їх у площину конкретних управлінських дій [7].

Водночас застосування цифрових платформ у воєнний час пов'язане з низкою ризиків, які має враховувати керівник у процесі ухвалення рішень: нерівномірність доступу здобувачів і педагогів до мережі Інтернет та електропостачання, підвищена загроза кібератак на освітню інфраструктуру, потреба додаткового захисту персональних даних учасників освітнього процесу, які тимчасово перебувають за кордоном або на прифронтових територіях. Узагальнену характеристику основних цифрових платформ, що використовуються в системі освіти України для збору та обробки освітніх даних, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні цифрові платформи збору та обробки освітніх даних, що використовуються в системі освіти України

№	Назва платформи	Рівень застосування	Основне призначення (функція збору/обробки даних)	Розробник / правовий статус
1.	ЄДЕБО (Єдина державна електронна база з питань освіти)	Макрорівень (державна)	Реєстрація суб'єктів освітньої діяльності, здобувачів освіти, документів про освіту, результатів ЗНО/НМТ	Державне підприємство «Інфоресурс», сфера управління МОН України
2.	ІСУО / ДІСО (Інформаційна (Державна інформаційна) система управління освітою)	Макро- і мезорівень (державна, регіон)	Збір і обробка статистичної звітності закладів загальної середньої освіти, формування реєстру закладів	Створюється та адмініструється в системі МОН України
3.	«Всеукраїнська школа онлайн» (ВШО)	Макрорівень, з виходом на мікрорівень закладу	Дистанційні курси, моніторинг використання контенту здобувачами, зокрема з тимчасово окупованих територій	МОН України, Державна установа «Український інститут розвитку освіти»
4.	«Дія.Освіта» / «Дія.Цифрова освіта»	Макрорівень	Формування цифрової грамотності учасників освітнього процесу, доступ до сертифікованих курсів	Міністерство цифрової трансформації України
5.	Кабінет учасника	Макрорівень	Збір та обробка результатів зовнішнього оцінювання,	Український центр оцінювання якості освіти

№	Назва платформи	Рівень застосування	Основне призначення (функція збору/обробки даних)	Розробник / правовий статус
	ЗНО/НМТ («Мій ЗНО»)		формування індивідуальної освітньої статистики	
6.	SELFIE	Мікро- і мезорівень (заклад, регіон)	Самооцінювання закладу освіти щодо рівня впровадження цифрових технологій	Європейська Комісія, адаптовано для використання в Україні
7.	Prometheus	Макрорівень (відкрита освіта)	Масові відкриті онлайн-курси, облік навчального прогресу слухачів	Громадська організація «Prometheus»
8.	EdEra	Макрорівень (відкрита освіта)	Розроблення й супровід онлайн-курсів, аналітика проходження курсів користувачами	Студія онлайн-освіти EdEra
9.	«Всеосвіта»	Мікро- і мезорівень	Облік підвищення кваліфікації педагогів, накопичення методичних матеріалів	Приватна освітня платформа
10.	«На Урок» (NaUrok)	Мікрорівень	Формування методичного портфоліо вчителя, облік проходження курсів підвищення кваліфікації	Приватна освітня платформа
11.	Щоденник.ua	Мікрорівень (заклад)	Електронний журнал і щоденник, облік успішності та	Приватний розробник,

№	Назва платформи	Рівень застосування	Основне призначення (функція збору/обробки даних)	Розробник / правовий статус
			відвідуваності здобувачів освіти	використовується закладами ЗСО
12.	«Класна оцінка»	Мікрорівень (заклад)	Електронний журнал, облік оцінювання та відвідуваності	Приватний розробник
13.	LMS Moodle	Мікрорівень (заклад вищої/фахової освіти)	Розміщення електронних навчальних курсів, накопичення логів освітньої активності здобувачів	Відкрите програмне забезпечення, використовується університетами
14.	Google Classroom / Google Workspace for Education	Мікрорівень (заклад)	Організація дистанційного та змішаного навчання, облік виконання завдань	Google LLC
15.	Microsoft Teams for Education	Мікрорівень (заклад)	Проведення занять у синхронному режимі, облік відвідуваності онлайн-занять	Microsoft Corporation
16.	Power BI (у зв'язці з LMS)	Мезо- і мікрорівень	Побудова аналітичних дашбордів на основі освітніх даних для підтримки управлінських рішень	Microsoft Corporation; приклади застосування в закладах вищої освіти
17.	Kahoot! / Classtime	Мікрорівень (заклад)	Формувальне оцінювання, миттєвий	Приватні розробники

№	Назва платформи	Рівень застосування	Основне призначення (функція збору/обробки даних)	Розробник / правовий статус
			збір даних про рівень засвоєння матеріалу	

Джерело: сформовано авторами на відкритих джерел станом на 2026 р.; перелік не є вичерпним

Цифрові платформи збору та обробки освітніх даних є невід’ємним інструментом адаптивного управління якістю освіти в умовах воєнного стану, оскільки забезпечують безперервність управлінського циклу «збір – аналіз – рішення – зворотний зв’язок» за умов високої мінливості освітнього середовища. Запропонований трирівневий підхід до систематизації цифрових платформ – макро-, мезо- та мікрорівень – дає змогу впорядкувати наявну цифрову інфраструктуру освіти та визначити зону відповідальності кожного рівня управління. Перспективи подальших наукових розвідок убачаємо в розробленні методики оцінювання управлінської ефективності використання цифрових платформ керівниками закладів освіти та в обґрунтуванні моделі підвищення їхньої цифрової й аналітичної компетентності.

Список використаних джерел та літератури

1. Глазунова О. Г., Клименко Є. О., Волошина Т. В., Мокрієв М. В., Вороненко О. В. Освітня аналітика в університетах: інструменти для аналізу та прогнозування. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. 2024. № 2. С. 49–59. DOI: <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2024.026171>

2. Єльнікова Г., Жук М., Кретович С. Адаптивне управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 31 (16). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-16\(31\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-16(31)-01)

3. Жога Р. Адаптивні технології в педагогічній діяльності суб'єктів управління освітнім процесом. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 35 (18). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-18\(35\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-18(35)-02)

4. Крамаренко І., Корнішева Т., Сілютіна І. Адаптація дистанційного навчання у вищій школі до умов воєнного стану. *Перспективи та інновації*

науки. 2022. № 4 (9). С. 192–205. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-4\(9\)-192-205](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-4(9)-192-205)

5. Про затвердження Положення про вебплатформу дистанційного навчання «Всеукраїнська школа онлайн»: Наказ Міністерства освіти і науки України від 16.06.2023 № 746.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1094-23#Text>

6. Про створення Єдиної державної електронної бази з питань освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.07.2011 № 752.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/752-2011-п>

7. Толочко С. В. Цифрова компетентність педагогів в умовах цифровізації закладів освіти та дистанційного навчання. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2021. № 13 (169). С. 28–35.
URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/358>

Ананченко Юрій,
 здобувач першого (бакалаврського) рівня
 вищої освіти, спеціальність
 017 Фізична культура і спорт
 освітня програма
 «Фізична культура і спорт»,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Вербовський Ігор,
 кандидат педагогічних наук, доцент
 начальник навчального відділу, доцент
 кафедри професійно-педагогічної,
 спеціальної освіти, андрагогіки та
 управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ УЧАСНИКІВ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ

Цифрова трансформація освіти є незворотним і закономірним процесом, проте в Україні вона розгортається в безпрецедентних умовах: заклади освіти щодня застосовують системи дистанційного та змішаного навчання, електронні щоденники, платформи психологічної підтримки, засоби обліку відвідуваності, а подекуди й засоби геолокаційного супроводу здобувачів освіти на випадок повітряної тривоги чи евакуації. Саме умови воєнного стану суттєво підвищують ціну можливого витоку персональних даних учасників освітнього процесу: інформація про місце фактичного перебування дитини, статус внутрішньо переміщеної особи, належність батьків до лав Сил оборони чи стан здоров'я за необережного або зловмисного розголошення здатна створити пряму загрозу безпеці, а не лише порушити приватність у звичному розумінні.

Управлінська складність полягає в тому, що заклади освіти змушені одночасно виконувати дві вимоги, які на практиці входять у суперечність: забезпечувати безпеку здобувачів освіти засобами цифрового контролю за їхнім місцезнаходженням і станом та неухильно дотримуватися

законодавства про захист персональних даних, обмежувати обсяг зібраної інформації мінімально необхідним та убезпечувати її від стороннього доступу, зокрема з боку держави-агресора. Відсутність єдиного галузевого регламенту, який визначав би особливий, адаптований до умов війни режим обробки персональних даних саме в системі освіти, істотно ускладнює прийняття управлінських рішень на рівні закладу освіти.

Загальнотеоретичні та правові аспекти захисту персональних даних в умовах воєнного стану ґрунтовно розкрито у працях вітчизняних науковців. Я. Худолей та Н. Загребельна проаналізували підстави й межі обмеження прав людини щодо обробки персональних даних під час дії правового режиму воєнного стану, наголосивши на потребі узгодження національних підходів зі стандартами Європейського Союзу [9]. В. Світличний дослідив рівні захисту персональних даних у складних безпекових умовах і запропонував технологічні рішення – шифрування даних та багаторівневу автентифікацію – як засіб зменшення ризиків їх витоку [8]. М. Пальчик, К. Шкрібляк та Ю. Берездецький, розглядаючи захист персональних даних як складник національної безпеки, констатували, що надзвичайний правовий режим захисту даних в Україні досі офіційно не запроваджено [5]. В. Кірієнко звернув увагу на специфіку захисту персональних даних в умовах збройного конфлікту, коли деанонімізація особи може мати наслідки, що виходять далеко за межі порушення приватного життя [1]. У науковій доповіді за результатами Загальних зборів НАПН України В. Кремень, В. Биков, О. Ляшенко, С. Литвинова В. Луговий, Ю. Мальований, О. Пінчук та О. Топузов схарактеризували стан і перспективи науково-методичного забезпечення цифровізації освіти України, окресливши серед пріоритетів безпеку цифрового освітнього середовища закладу [3]. В. Овдійчук у структурі цифрової компетентності педагога виокремила саме вміння захищати, впорядковувати й безпечно використовувати інформацію в освітньому процесі як окремий, самостійний компонент професійної підготовки вчителя [4].

Аналіз наукових джерел засвідчує, що правознавчі дослідження здебільшого зосереджені на загальних засадах захисту персональних даних громадян і лише дотично торкаються освітньої сфери, тоді як педагогічні праці розглядають цифрову безпеку переважно як складник компетентності вчителя, залишаючи поза увагою управлінський рівень – те, як саме

керівництву закладу освіти належить організовувати роботу систем цифрового моніторингу так, щоб узгодити безпекову доцільність із правом дитини та педагога на недоторканність приватного життя. Саме це управлінсько-педагогічне поєднання, на нашу думку, потребує окремого й системного наукового осмислення.

Правовою основою обробки персональних даних учасників освітнього процесу залишається Закон України «Про захист персональних даних», який визначає підстави, мету та принципи такої обробки, зокрема мінімізацію обсягу даних і їх адекватність меті збирання [7]. В умовах воєнного стану, відповідно до статті 32 Конституції України, окремі права і свободи людини можуть тимчасово обмежуватися в порядку, визначеному законом, проте це не скасовує обов'язку володільця даних забезпечувати їх належний захист [2]. Міністерство освіти і науки України у 2023 р. затвердило Порядок обробки та захисту персональних даних, володільцем яких є Міністерство, що деталізує перелік відомостей про здобувачів освіти на загальнодержавному рівні [6]. Водночас на рівні окремого закладу освіти, де фактично й функціонують системи цифрового моніторингу, подібної деталізації, як правило, бракує.

До основних типів цифрового моніторингу, що охоплюють персональні дані учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану, належать: системи електронного обліку відвідуваності та успішності; платформи дистанційного й змішаного навчання та відеозв'язку, які фіксують не лише навчальні результати, а й метадані про підключення користувача; засоби інформування про повітряну тривогу та геолокаційного супроводу під час евакуації в укриття; системи відеоспостереження в шкільних укриттях; а також цифрові інструменти психологічного супроводу здобувачів освіти, які потребують найвищого рівня захисту, оскільки оперують відомостями про травматичний досвід і вимушене переміщення.

Обов'язковий облік відвідуваності увиразнює ризик деанонімізації дитини, батьки якої проходять військову службу, якщо відповідні відомості використовуються без належного розмежування прав доступу співробітників. Платформи дистанційного навчання, обрані без попередньої оцінки їх відповідності вимогам захисту даних, можуть передавати метадані користувачів третім особам. Системи геолокації й

відеоспостереження вимагають чіткого визначення строків зберігання записів і кола осіб з правом доступу, а дані психологічного супроводу – окремого, посиленого режиму конфіденційності, порівнянного з режимом лікарської таємниці, оскільки їх розголошення здатне завдати дитині повторної психологічної травми.

Зазначені виклики можуть бути вирішені через комплекс узгоджених управлінських заходів: розроблення внутрішньої політики захисту персональних даних закладу освіти з визначенням мети збирання кожної категорії даних, строків зберігання та кола відповідальних осіб; дотримання принципу мінімально необхідного обсягу даних із перевагою перевіреним платформам; цілеспрямоване підвищення цифрової компетентності керівників і педагогів саме в частині захисту даних, оскільки ця складова нерідко залишається менш розвиненою порівняно з суто технічними навичками [4]; запровадження диференційованого режиму доступу до відомостей про дітей із числа внутрішньо переміщених осіб, дітей-комбатантів та дітей з особливими освітніми потребами. Реалізація цих заходів є одним із механізмів адаптивного управління закладом освіти у воєнний та поствоєнний періоди, що поєднує безпекову функцію моніторингу з дотриманням права на приватність.

Проведений аналіз засвідчує, що захист персональних даних учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану є комплексною управлінсько-педагогічною проблемою, розв'язання якої потребує узгодження безпекової функції систем цифрового моніторингу з принципами мінімізації обробки даних та повагою до приватності дитини й педагога. Перспективним напрямом подальших досліджень убачаємо розроблення типової моделі внутрішньої політики захисту персональних даних для закладу загальної середньої освіти, адаптованої до специфічних ризиків воєнного часу.

Список використаних джерел та літератури

1. Кірієнко В. М. Захист персональних даних як аспекту національної безпеки в умовах збройного конфлікту. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2024. № 1. С. 398-400. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-1/90>

2. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>

3. Кремень В. Г., Биков В. Ю., Ляшенко О. І. Литвинова С. Г., Луговий В. І., Мальований Ю. І., Пінчук О. П., Топузов, О. М. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. № 2 (4). С. 1-49. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>

4. Овдійчук В. Цифрова компетентність як одна з базових компетентностей майбутніх учителів інформатики. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2025. № 3 (13). С. 64-69. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i3-010>

5. Пальчик М. Л., Шкрібляк К. П., Берездецький Ю. М. Актуальні проблеми захисту персональних даних як напряму забезпечення національної безпеки України в умовах війни. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2025. № 6 (2). С. 425-434. DOI: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2025.06.2.69>

6. Про затвердження Порядку обробки та захисту персональних даних, володільцем яких є Міністерство освіти і науки України: наказ Міністерства освіти і науки України від 10.07.2023р. № 836. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1249-23>

7. Про захист персональних даних: Закон України від 01.06.2010 р. № 2297-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>

8. Світличний В. А. Захист персональних даних в умовах воєнного стану в Україні. *Право і безпека*. 2023. № 3 (90). С. 226-236. DOI: <https://doi.org/10.32631/pb.2023.3.19>

9. Худолей Я. Г., Загребельна Н. А. Захист персональних даних у період дії в Україні правового режиму воєнного стану: загальнотеоретичні аспекти. *Legal Bulletin*. 2023. № 8. С. 75-82. DOI: <https://doi.org/10.31732/2708-339X-2023-08-75-82>

Боженко Роман,
здобувач третього (освітньо-наукового)
рівня вищої освіти, спеціальність
011 Освітні, педагогічні науки
освітньо-наукова програма «Загальна
педагогіка та історія педагогіки»,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир
Вербовський Ігор,
кандидат педагогічних наук, доцент
начальник навчального відділу, доцент
кафедри професійно-педагогічної,
спеціальної освіти, андрагогіки та
управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир

ДІАГНОСТИКА РІВНІВ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ВИКЛАДАЧІВ ЗВО ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ КАДРОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД

Повномасштабна війна росії проти України докорінно змінила умови функціонування закладів вищої освіти: частина науково-педагогічних працівників опинилася в статусі внутрішньо переміщених осіб, окремі ЗВО тимчасово або постійно працюють у змішаному чи дистанційному форматі, а кадровий склад кафедр зазнав відчутних втрат унаслідок мобілізації, виїзду за кордон та природної плинності. За таких обставин цифрова грамотність викладача перестає бути суто методичною характеристикою і набуває статусу управлінського ресурсу, від стану якого залежить здатність закладу освіти швидко перебудовувати освітній процес, утримувати якість підготовки здобувачів та раціонально розподіляти навантаження між тими, хто залишився в колективі.

У поствоєнний період керівництву закладів освіти потрібні не інтуїтивні, а обґрунтовані дані про реальний рівень цифрової

компетентності персоналу. Саме діагностика, вбудована в цикл адаптивного управління, дає змогу визначати дефіцити, планувати диференційоване підвищення кваліфікації, приймати рішення щодо кадрового резерву, ротації та інтеграції викладачів, які повертаються з релокованих закладів або з-за кордону. Тому дослідження механізмів такої діагностики є актуальним і для теорії управління освітою, і для практики кадрової політики українських університетів.

Питання структури й складників цифрової компетентності науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти висвітлено у працях О. Спіріна, С. Іванової, Н. Франчук та А. Кільченко, які виокремили цифрову навчальну, дослідницьку, методичну й організаційно-виховну складові діяльності викладача [6]. Н. Гончарова розглядає цифрову компетентність як чинник професійного розвитку в умовах неформальної освіти, пов'язуючи її з інноваційністю та конкурентоспроможністю фахівця [2]. С. Толочко проаналізувала напрями цифровізації закладів освіти різних рівнів і запропонувала власне визначення поняття «цифрова компетентність педагога» [7]. Модель тривимірного («3D») картування цифрової компетентності, що поєднує загальнокористувацький, загальнопедагогічний та предметно-орієнтований рівні, розробили Н. Морзе, В. Вембер та М. Гладун [5]; на її основі, а також на основі рамки DigCompEdu, створено концептуально-референтну рамку цифрової компетентності педагогічних і науково-педагогічних працівників [4].

Управлінський вимір проблеми розкрито в дослідженнях наукової школи адаптивного управління. Г. Єльнікова, М. Жук та С. Кретович обґрунтували принципи адаптивного управління закладами освіти в умовах воєнного стану, розглядаючи адаптивні процеси як сутнісну основу пристосування освітньої системи до нестабільного середовища [3]. Н. Васинова та В. Володавчик показали роль університетів як інтеграційних центрів, що відповідають за збереження й відновлення кадрового потенціалу держави у воєнний та поствоєнний періоди [1].

Водночас більшість зазначених праць розглядає цифрову компетентність або як самостійну педагогічну категорію, або як складову адаптивного управління освітнім процесом загалом, тоді як діагностика цифрової грамотності саме як інструмент кадрово-управлінських рішень у поствоєнному відновленні університетів досі не набула цілісного

концептуального оформлення, що зумовлює потребу узагальнити наявні підходи.

Услід за представниками школи адаптивного управління ми розуміємо адаптивне управління як цілеспрямований, циклічний процес взаємодії суб'єктів управління освітньою організацією, що ґрунтується на постійному моніторингу стану керованої системи, аналізі одержаних даних та своєчасному коригуванні управлінських рішень відповідно до змін зовнішнього і внутрішнього середовища [3]. У кадровій площині таким «керованим станом» виступає рівень готовності викладачів до виконання професійних функцій у цифровому форматі, а діагностика цифрової грамотності є тим інструментом зворотного зв'язку, без якого управлінський цикл втрачає обґрунтованість.

Пропонуємо розглядати діагностику цифрової грамотності викладача ЗВО як єдність трьох взаємопов'язаних складників (Рис. 1), що узгоджуються зі структурою вітчизняної рамки цифрової компетентності педагогічних і науково-педагогічних працівників та європейської рамки DigCompEdu [4; 6]: операційно-технологічного (володіння цифровими інструментами роботи з інформацією, електронними освітніми платформами, засобами відеоконференцзв'язку); методично-дидактичного (здатність проєктувати змішане та дистанційне навчання, створювати цифровий контент, застосовувати формувальне оцінювання засобами цифрових сервісів); комунікативно-організаційного (цифрова етика, академічна доброчесність в онлайн-середовищі, спроможність координувати командну роботу кафедри в умовах територіальної розпорошеності колективу).

Для кожного складника доцільно виокремлювати чотири рівні сформованості – початковий, базовий, досвідчений і експертний, – що узгоджується з логікою вітчизняної рамки цифрової компетентності [4]. Інструментарієм діагностики можуть слугувати комбіновані методики: стандартизоване тестування (за зразком національного тесту «Цифрограм»), структуроване самооцінювання за шкалою рамки компетентностей, експертне спостереження під час відкритих занять та аналіз цифрового портфоліо викладача. Поєднання кількох методів дає змогу уникнути викривлень, притаманних суто самооцінковим опитуванням, і отримати верифіковані дані для кадрових рішень.



Рис. 1. Складники цифрової компетентності викладача

У циклі адаптивного управління результати діагностики виконують кілька функцій. Аналітична функція дає керівництву кафедри об'єктивну картину розподілу рівнів цифрової грамотності в колективі, зокрема серед викладачів, які нещодавно долучилися до штату після релокації. Проектувальна функція забезпечує формування диференційованих програм підвищення кваліфікації та наставницьких пар «досвідчений викладач – новачок», що особливо важливо, коли ресурси на масове навчання обмежені й мають спрямовуватися точково. Мотиваційна функція полягає в тому, що показники цифрової грамотності враховуються під час атестації, стимулювання та формування резерву на керівні посади, узгоджуючись із

баченням університету як інституції, відповідальної за збереження кадрового потенціалу держави [1].

У поствоєнний період додається ще одна функція діагностики – інтеграційна. Повернення викладачів із релокованих закладів або з-за кордону потребує швидкого й неупередженого визначення їхнього актуального рівня цифрової компетентності для рівноправного залучення до освітнього процесу, без завищених вимог, що не враховують нерівних умов професійного розвитку під час війни. Адаптивне управління в цьому сенсі означає регулярний цикл «діагностика – рішення – дія – повторна діагностика», який дає змогу закладу освіти гнучко реагувати на зміни кадрового складу впродовж усього періоду відновлення.

Діагностика рівнів цифрової грамотності викладачів ЗВО є не окремим методичним заходом, а органічною складовою адаптивного управління кадровим потенціалом університету. Трикомпонентна модель діагностики (операційно-технологічний, методично-дидактичний, комунікативно-організаційний складники) у поєднанні з різнорівневою шкалою та комбінованим інструментарієм дає управлінцям обґрунтовану основу для кадрових рішень – від планування підвищення кваліфікації до формування резерву й інтеграції викладачів, які повертаються до академічної спільноти. Перспективу подальших досліджень убачаємо в розробленні уніфікованого діагностичного інструментарію, адаптованого до умов конкретних українських університетів на етапі поствоєнного відновлення.

Список використаних джерел та літератури

1. Васиньова Н. С., Володавчик В. С. Місія університетів: збереження та відновлення кадрового потенціалу в умовах воєнного стану. *Імідж сучасного педагога*. 2026. № 3 (228). С. 5-10. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2026-3\(228\)-5-10](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2026-3(228)-5-10)
2. Гончарова Н. Цифрова компетентність викладачів університетів як важливий чинник професійного розвитку в умовах неформальної освіти. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2025. № 1 (27). С. 123–133. DOI: [https://doi.org/10.35387/od.1\(27\).2025.123-133](https://doi.org/10.35387/od.1(27).2025.123-133).
3. Єльнікова Г., Жук М., Кретович С. Адаптивне управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Adaptive Management:*

Theory and Practice. Series Pedagogics. 2023. № 16 (31).
DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-16\(31\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-16(31)-01).

4. Концептуально-референтна рамка цифрової компетентності педагогічних й науково-педагогічних працівників : проєкт / Мінцифри України, dComFra Project. Київ, 2021. URL: https://osvita.diia.gov.ua/uploads/0/2622-ramka_cifrovoi_kompetentnosti_pedagogicnih_j_naukovo_pedagogicnih.pdf.

5. Морзе Н. В., Вембер В. П., Гладун М. А. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти України. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. № 2 (70). С. 28-42.
DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2994>

6. Спірін О., Іванова С., Франчук Н., Кільченко А. Основні складники цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти України. *Вісник Кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття»*. 2024. № 2 (10). С. 91-103.
DOI: [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0007](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0007)

7. Толочко С. В. Цифрова компетентність педагогів в умовах цифровізації закладів освіти та дистанційного навчання. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2021. № 1 (169). С. 28-35.
URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/358>

Вдовиченко Богдан,
 здобувач другого (магістерського) рівня
 вищої освіти, спеціальність
A4 Середня освіта
освітня програма
«Середня освіта (фізика, астрономія та
інформатика)»,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир
Чипорнюк Віталій,
 асистент кафедри професійно-
 педагогічної, спеціальної освіти,
 андрагогіки та управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

КУЛЬТУРА ЯКОСТІ В ЗАКЛАДІ ОСВІТИ ЯК МЕХАНІЗМ СТІЙКОСТІ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ У ВОЄННИЙ ТА ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД

Розгортання повномасштабної війни РФ проти України поставило вітчизняну освітню галузь у безпрецедентні умови функціонування: пошкоджена й знищена матеріально-технічна база закладів освіти, вимушена міграція педагогів і здобувачів, звуження фінансового ресурсу галузі та накопичення освітніх втрат учнівської і студентської молоді загострили питання про спроможність освітніх інституцій зберігати життєздатність у ситуації системної кризи. Досвід останніх років переконує: механічне виконання регламентованих процедур забезпечення якості освіти саме собою не гарантує стійкості закладу ані під час активної фази бойових дій, ані на етапі відбудови освітнього середовища після їх завершення. Набагато вагомішим чинником виступає глибоко інтеріоризована учасниками освітнього процесу система переконань, ціннісних орієнтирів і усталених моделей професійної поведінки, яку педагогічна наука визначає як культуру якості. На відміну від нормативно

заданих ззовні вимог, саме культура якості уможлиблює швидке ухвалення управлінських рішень закладом освіти, гнучкий перерозподіл наявних ресурсів і збереження довірчих стосунків між адміністрацією, педагогічним колективом та здобувачами освіти навіть тоді, коли зовнішнє середовище втрачає передбачуваність і стабільність. Саме тому осмислення культури якості як механізму забезпечення стійкості освітньої системи у воєнний і поствоєнний періоди становить актуальну проблему для сучасної педагогічної теорії та управлінської практики.

Проблематика функціонування вітчизняної системи освіти в умовах воєнного стану та завдання її післявоєнного відновлення отримали ґрунтовне висвітлення в наукових дослідженнях В. Кременя, В. Лугового та П. Сауха, у яких обґрунтовано виклики для вищої освіти та окреслено відповіді системи управління на них [2]. Досвід трансформації загальної середньої й професійної освіти в умовах російської агресії, зокрема питання збереження безперервності навчання та професійного розвитку педагогів, розкрито у праці Н. Ничкало, О. Овчарук, В. Гордієнко та І. Іванюк, де акцентовано увагу на новому досвіді освітян і перспективах розвитку галузі [4]. Категорія культури якості як крос-культурної передумови забезпечення якості й прозорості вищої освіти розроблена О. Єршовою та Т. Бабиною на основі концептуальних напрацювань зарубіжних дослідників L. Harvey та B. Stensaker щодо ціннісного та структурно-управлінського вимірів цього феномену [1]. Питання перебудови інформаційно-аналітичного забезпечення управління освітою в умовах воєнного стану досліджено С. Лондарем, С. Мельником та Г. Терещенком [3]. Виклики та шляхи їх подолання для закладів вищої освіти у воєнний період узагальнено Л. Оршанським, І. Нищаком, Я. Матвісів та М. Юрківом [5]. Водночас аналіз наведених джерел засвідчує, що попри значну увагу науковців до окремих аспектів функціонування освіти під час війни, питання культури якості як цілісного управлінського механізму забезпечення стійкості освітньої системи саме у воєнний та поствоєнний період окреслено переважно побіжно, що зумовлює потребу в подальшому науковому осмисленні цієї проблеми.

Під культурою якості в закладі освіти розуміємо сукупність спільних цінностей, переконань, очікувань і зобов'язань учасників освітнього процесу щодо якості освітньої діяльності (психологічний вимір), поєднану

з чітко визначеними структурними та управлінськими механізмами, що координують зусилля колективу для досягнення й підтримання належного рівня якості (управлінський вимір) [1]. У мирних умовах обидва виміри традиційно розглядають як інструмент внутрішнього забезпечення якості освітніх програм. Однак у ситуації воєнної загрози, коли зовнішні регуляторні механізми часто виявляються недієздатними через об'єктивні обставини – відсутність зв'язку, евакуацію, руйнування матеріальної бази, – саме внутрішньо засвоєна культура якості перетворюється на первинний ресурс стійкості закладу освіти.

Стійкість освітньої системи у воєнний період забезпечується передусім спроможністю закладу до адаптивного управління – швидкого й обґрунтованого коригування освітнього процесу, організаційної структури та комунікаційних практик відповідно до змінних умов безпекового середовища [2]. Культура якості виступає підґрунтям адаптивного управління за кількома напрямками. По-перше, вона формує розподілене лідерство: за умов, коли одноосібне ухвалення рішень керівником ускладнене (евакуація, втрата зв'язку, мобілізація), саме інтерналізовані цінності якості дозволяють структурним підрозділам і окремим педагогам самостійно ухвалювати обґрунтовані рішення, не порушуючи загальної стратегії закладу. По-друге, культура якості підтримує довіру в колективі, яка є визначальним чинником ефективної комунікації в кризових умовах: заклади з розвиненою культурою відкритого обговорення проблем і спільної відповідальності демонструють вищу здатність оперативно виявляти освітні втрати здобувачів і коригувати навчальні програми [4]. По-третє, культура якості забезпечує безперервність освітнього процесу через гнучкість форм його організації – поєднання очного, дистанційного та змішаного навчання, – яка можлива лише за умови, що педагогічний колектив розглядає якість не як формальну відповідність стандарту, а як цінність, яку слід зберігати за будь-яких обставин [3].

У поствоєнний період функція культури якості трансформується від суто адаптивної до відновлювальної. Заклад освіти, у якому культура якості була сформована й підтримувалася в період бойових дій, отримує суттєву перевагу на етапі повоєнного відновлення: збережену інституційну пам'ять, стійкі горизонтальні зв'язки в колективі та досвід ухвалення нестандартних управлінських рішень. Це дає можливість ефективніше

інтегрувати переміщених здобувачів освіти й педагогічних працівників, відновлювати матеріально-технічну базу з урахуванням нових вимог безпеки та переглядати освітні програми з огляду на здобутий кризовий досвід [5]. Водночас культура якості у поствоєнний період потребує цілеспрямованого управлінського супроводу: вбудовування індикаторів стійкості (спроможності до швидкої адаптації, психологічної безпеки середовища, прозорості ухвалення рішень) у систему внутрішнього забезпечення якості освітньої діяльності, а також узгодження цих індикаторів із державною політикою відновлення освітньої галузі [6].

Отже, культуру якості в закладі освіти доцільно розглядати не як допоміжний елемент системи управління, а як самостійний механізм забезпечення стійкості освітньої системи, що діє на трьох рівнях: індивідуальному (ціннісні орієнтації педагога), інституційному (управлінські практики закладу) та системному (взаємодія закладу з органами управління освітою й територіальною громадою).

Проведене дослідження засвідчує, що культура якості є дієвим механізмом забезпечення стійкості освітньої системи у воєнний та поствоєнний період, оскільки поєднує ціннісну готовність учасників освітнього процесу підтримувати якість освіти за екстремальних умов із гнучкими управлінськими практиками, які уможливають адаптивне реагування на кризові виклики. Перспективними напрямками подальших наукових розвідок вважаємо розроблення інструментарію діагностики рівня сформованості культури якості в закладах освіти, що функціонують в умовах воєнного стану, а також обґрунтування управлінських механізмів цілеспрямованого формування культури якості на етапі повоєнного відновлення освітньої галузі України.

Список використаних джерел та літератури

1. Єршова О. П., Бабина Т. Г. Культура забезпечення якості і прозорості вищої освіти: європейські стандарти для України. *Вища освіта України*. 2015. № 3. С. 1-9. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/214/1/Culture_of_Ensuring_Quality_and_Transparency_in_Higher_education.pdf
2. Кремень В. Г., Луговий В. І., Саух П. Ю. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді : за матеріалами загальних зборів Національної академії педагогічних наук

України, 17 листопада 2023 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2023. № 5 (2). С. 1-5.
DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5228>

3. Лондар С. Л., Мельник С. В., Терещенко Г. М. Виклики в освітній галузі в період воєнного стану в Україні: необхідність перебудови інформаційного забезпечення. *Освітня аналітика України*. 2022. № 2 (18). С. 5-22. DOI: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2022-2-5-22>

4. Ничкало Н., Овчарук О., Гордієнко В., Іванюк І. Українська освіта в умовах російської війни: випробування, новий досвід, перспективи. *Журнал кафедри ЮНЕСКО «Професійна освіта протягом життя у XXI столітті»*. 2022. № 1 (5). С. 7-39.
DOI: [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(5\).2022.7-39](https://doi.org/10.35387/ucj.1(5).2022.7-39)

5. Оршанський Л., Нищак І., Матвісів Я., Юрків М. Вища освіта України в умовах воєнного стану: виклики та шляхи подолання. *Молодь і ринок*. 2024. № 1 (221). С. 29-35. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.298622>

6. Про якісну вищу освіту. Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти : офіц. сайт. URL: <https://naqa.gov.ua/2020/06/про-якісну-вищу-освіту/>

Вербовський Ігор,
кандидат педагогічних наук, доцент
начальник навчального відділу, доцент
кафедри професійно-педагогічної, спеціальної
освіти, андрагогіки та управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ЯК МЕХАНІЗМ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ТА ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Сучасний етап розвитку української освіти характеризується безпрецедентним рівнем невизначеності, спричиненим тривалою війною, яку розв'язала російська федерація. Заклади освіти змушені щоденно ухвалювати управлінські рішення в умовах, коли безпекова ситуація,

наявність електропостачання, доступність приміщень чи навіть життя і здоров'я учасників освітнього процесу можуть змінюватися впродовж кількох годин. Руйнування освітньої інфраструктури, вимушене переміщення мільйонів дітей, педагогічних і науково-педагогічних працівників, необхідність поєднання очного, дистанційного та змішаного форматів навчання поставили перед управлінцями всіх рівнів завдання, які неможливо розв'язати засобами традиційного, лінійного менеджменту. У таких умовах управлінська діяльність має набувати ознак адаптивності – здатності системи швидко й обґрунтовано змінювати структуру, розподіл ресурсів і алгоритми прийняття рішень залежно від зовнішніх викликів, зберігаючи водночас стратегічну спрямованість на якість і доступність освіти.

Адаптивне управління освітніми ресурсами розглядаємо як цілеспрямований, циклічний процес постійного моніторингу стану освітнього середовища, оперативного коригування управлінських рішень та перерозподілу наявних (кадрових, матеріально-технічних, фінансових, інформаційних) ресурсів відповідно до змінних умов функціонування закладу освіти чи територіальної освітньої мережі. Практика останніх років демонструє, що без розвиненої цифрової інфраструктури – систем збору й аналізу даних, платформ комунікації, електронного документообігу, засобів дистанційного навчання – реалізувати принципи адаптивності на практиці вкрай складно, а в умовах активних бойових дій чи післявоєнної відбудови – практично неможливо.

Окремої гостроти проблема набуває в контексті післявоєнного відновлення освітньої мережі, коли органам управління освітою доведеться одночасно розв'язувати завдання капітального відновлення інфраструктури, психосоціальної реабілітації учасників освітнього процесу, надолуження освітніх втрат і цифрової модернізації управлінських процесів. Отже, дослідження цифрових інструментів саме як механізму, а не допоміжного засобу, реалізації адаптивного управління освітніми ресурсами становить самостійну наукову і практичну проблему, розв'язання якої має суттєве значення для розбудови стійкої системи освіти України.

Теоретичні засади адаптивного управління соціально-педагогічними системами закладено у працях наукової школи Г. Сльникової, яка розглядає

адаптивне управління як міжгалузевий феномен, що поєднує кібернетичний, синергетичний і рефлексивний підходи до керування освітніми системами в умовах невизначеності [4]. Розвиваючи ці ідеї, О. Горішна пропонує модель управління змінами в закладі загальної середньої освіти, наголошуючи на потребі формування команди змін і застосування чітких критеріїв оцінювання ефективності управлінських рішень [1].

Проблематику цифровізації освітнього управління активно розробляє А. Гуралюк, який визначає цифровізацію не лише як технічне переоснащення закладів освіти, а як умову якісної перебудови системи освіти загалом, що передбачає створення цифрових інфраструктур, здатних до взаємодії з користувачем [2]. У працях науковця узагальнено досвід цифровізації освіти і науки безпосередньо в період російсько-української війни, зокрема виокремлено напрями адаптивного навчання та індивідуалізації освітнього процесу засобами цифрових технологій [8].

Питання персоналізації освітнього процесу засобами цифрових технологій висвітлено в дослідженні О. Гурської, О. Самборської та Г. Йордан, які експериментально підтвердили, що цифрові технології суттєво розширюють можливості побудови індивідуальних освітніх траєкторій, адаптації темпу й складності навчального матеріалу та забезпечення своєчасного зворотного зв'язку – тобто саме тих управлінських функцій, які становлять сутність адаптивного управління на рівні окремого здобувача освіти [3].

Управлінський вимір проблеми в умовах війни та повоєнного відновлення розкрито у праці Л. Кібальник, О. Кравченко та Д. Кушніренка, які на основі аналізу зарубіжного досвіду управління людськими ресурсами формулюють рекомендації щодо адаптації управлінських підходів до українських реалій, наголошуючи на пріоритетності інновацій, освіти й професійного розвитку кадрів для сталого відновлення країни [5].

Економічний вимір проблеми відображено в роботі І. Пономаренко, О. Сливи та Д. Пономаренка, які довели, що війна суттєво загострила демографічні та інфраструктурні диспропорції на ринку освітніх послуг, актуалізувавши потребу в оптимізації мережі закладів освіти на основі даних, а не інтуїтивних рішень [6]. Теоретичне підґрунтя моделювання

управління освітніми ресурсами закладено в дослідженні В. Фадєєва, присвяченому системному підходу до моделювання управлінських процесів у вищій освіті [7]; попри те, що ця праця написана до повномасштабного вторгнення, запропонований у ній системний погляд на ресурсне забезпечення закладів освіти зберігає методологічну цінність і сьогодні. Практичний досвід швидкої цифрової адаптації національної системи освіти в умовах війни узагальнено в аналітичному матеріалі, присвяченому впровадженню EdTech-рішень в Україні, де наголошено на значенні цифрової готовності, адаптивного лідерства та скоординованого партнерства держави, бізнесу й міжнародних партнерів для забезпечення безперервності навчання [9].

За результатами аналізу наукових праць можна сказати, що в науковій літературі досить ґрунтовно розкрито окремо теорію адаптивного управління освітніми системами й окремо процеси цифровізації освіти. Водночас питання цифрових інструментів саме як інтегрованого механізму реалізації адаптивного управління освітніми ресурсами в умовах воєнної та поствоєнної відбудови, з визначенням конкретного інструментарію для кожної управлінської функції, досліджено недостатньо повно, що й зумовлює мету нашого дослідження – окреслити управлінський цикл та відповідний йому цифровий інструментарій.

Проведений аналіз дає підстави розглядати адаптивне управління освітніми ресурсами як управлінський цикл, що охоплює щонайменше чотири взаємопов'язані етапи (Рис. 1):

- 1) моніторинг стану освітнього середовища та ресурсного забезпечення;
- 2) аналіз отриманих даних і прогнозування ризиків;
- 3) прийняття та оперативне коригування управлінських рішень;
- 4) перерозподіл ресурсів і контроль результату з поверненням до етапу моніторингу.

Ефективність кожного з цих етапів безпосередньо залежить від наявності відповідного цифрового інструментарію, оскільки саме цифрові засоби забезпечують швидкість збору інформації, її обробку у реальному часі та оперативне доведення управлінських рішень до всіх учасників освітнього процесу.

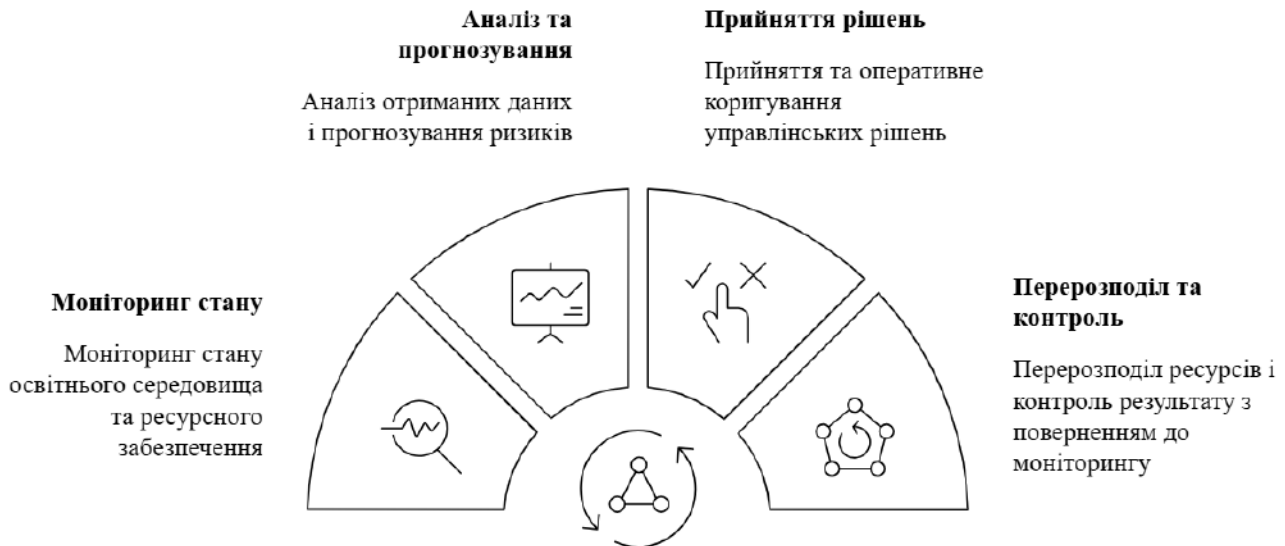


Рис. 1 Етапи адаптивного управління освітніми ресурсами

На етапі моніторингу ключову роль виконують інформаційно-аналітичні системи управління освітою, які акумулюють дані про мережу закладів освіти, контингент здобувачів, кадрове забезпечення, стан матеріально-технічної бази, зокрема щодо пошкодженої чи зруйнованої інфраструктури. Такі системи дають змогу управлінцю обласного, районного чи інституційного рівня отримувати актуальну картину ресурсного забезпечення без багатоденного очікування паперової звітності, що є критично важливим в умовах, коли безпекова ситуація в регіоні може змінюватися впродовж однієї доби.

На етапі аналізу й прогнозування дедалі більшого значення набувають засоби візуалізації даних (дашборди), які дозволяють керівнику закладу освіти або органу управління освітою бачити узагальнені показники (наповнюваність класів/ груп, частку здобувачів, які навчаються дистанційно, стан підключення до укриттів, рівень охоплення психологічним супроводом) в єдиному інтерфейсі та своєчасно виявляти проблемні зони, що потребують втручання.

Етап прийняття рішень і оперативного коригування забезпечують комунікаційні платформи та системи електронного документообігу, які дають змогу протягом лічених годин перевести заклад освіти чи окремі класи/ групи на дистанційний або змішаний формат навчання в разі загрози безпеці, організувати оповіщення учасників освітнього процесу, узгодити розклад навчальних занять із можливими сигналами повітряної тривоги, а

також оформити відповідні розпорядчі документи в електронному вигляді без порушення встановлених строків.

На етапі перерозподілу ресурсів і контролю результату застосовуються хмарні сховища спільного доступу, платформи для колективної роботи над документами та системи зворотного зв'язку (опитування, електронні журнали, портфоліо здобувачів освіти), які уможлиблюють оперативне перенаправлення навчальних матеріалів, кадрового навантаження чи фінансування туди, де в них виникає найбільша потреба, та відстеження, чи дало прийняте рішення очікуваний ефект.

Узагальнення розглянутого управлінського циклу та відповідного йому цифрового інструментарію представлено в таблиці 1.

Особливої уваги в умовах воєнного стану потребує адаптивне управління ресурсами закладів освіти, розташованих поблизу лінії зіткнення, на деокупованих територіях або в громадах, що приймають значну кількість внутрішньо переміщених осіб. У таких закладах цифрові інструменти виконують не лише організаційну, а й безпекову функцію: інтеграція розкладу навчальних занять із системами оповіщення про повітряну тривогу дає змогу автоматично й синхронно переводити здобувачів освіти в укриття або в дистанційний формат, що суттєво знижує ризики для життя і здоров'я учасників освітнього процесу. Водночас цифрові платформи психолого-педагогічного супроводу дозволяють організувати системну діагностику емоційного стану дітей і своєчасно спрямовувати тих, хто цього потребує, до фахівців, що є невід'ємною складовою адаптивного управління людськими ресурсами закладу освіти.

Таблиця 1

**Цифрові інструменти адаптивного управління освітніми ресурсами
відповідно до етапів управлінського циклу**

Етап управлінського циклу	Управлінська функція	Приклади цифрових інструментів
Моніторинг	Збір та накопичення даних про мережу закладів освіти, контингент, кадрове й матеріально-технічне забезпечення	Інформаційна система управління освітою (ІСУО), електронні класні журнали й щоденники («Human», «Нові знання», «Єдина школа»)

Аналіз і прогнозування	Візуалізація показників, виявлення проблемних зон, прогнозування ризиків	Дашборд-системи на основі Google Data Studio / Power BI, аналітичні модулі ICYO
Прийняття та коригування рішень	Оперативне переведення на дистанційний / змішаний формат, оповіщення учасників освітнього процесу	Google Meet, Zoom, месенджер-канали оповіщення (Viber, Telegram), сервіси сповіщення про повітряну тривогу
Організація освітнього процесу	Забезпечення безперервності навчання, індивідуалізація освітніх траєкторій	Google Classroom, Moodle, «Всеукраїнська школа онлайн», платформа EdEra, «Дія.Освіта»
Документообіг і ресурсне забезпечення	Електронне оформлення розпоряджень, спільна робота з документами, розподіл матеріальних ресурсів	Хмарні сховища (Google Drive, OneDrive), системи електронного документообігу закладу освіти
Психолого-педагогічний супровід	Діагностика емоційного стану, супровід учасників освітнього процесу	Онлайн-платформи психологічної підтримки, електронні анкети (Google Forms, Microsoft Forms)
Контроль результату та зворотний зв'язок	Оцінювання ефективності управлінських рішень, зворотний зв'язок учасників процесу	Електронні портфоліо здобувачів освіти, системи опитувань, аналітичні звіти ICYO

На етапі поствоєнної відбудови функції цифрових інструментів адаптивного управління суттєво розширюються. Йдеться передусім про формування єдиних цифрових реєстрів пошкодженої та зруйнованої освітньої інфраструктури для обґрунтованого планування відновлювальних робіт і залучення міжнародної допомоги; про використання аналітичних платформ для виявлення освітніх втрат окремих категорій здобувачів, зокрема дітей з тимчасово окупованих територій чи з-за кордону, з метою розроблення індивідуалізованих програм надолуження; про застосування цифрових інструментів оптимізації мережі закладів освіти з урахуванням демографічних змін, спричинених вимушеною міграцією населення. У цьому контексті слушною видається позиція дослідників, які наголошують на потребі формування пропозиції

освітніх програм відповідно до реальних, а не гіпотетичних потреб регіону, що неможливо забезпечити без якісної цифрової аналітики [6].

Разом із тим варто застерегти, що впровадження цифрових інструментів само собою не гарантує адаптивності управління. Аналіз управлінської практики закладів освіти різних типів дає підстави виокремити принаймні три умови, за яких цифрові інструменти дійсно стають механізмом адаптивного управління, а не додатковим технічним навантаженням на педагогічний колектив:

- по-перше, це сформована в керівників закладів освіти й педагогічних працівників цифрова компетентність управлінського характеру – уміння не просто користуватися окремими сервісами, а вибудовувати на їх основі цілісний управлінський цикл прийняття рішень;

- по-друге, це інституційна культура довіри до даних, коли управлінське рішення ухвалюється на підставі об'єктивних показників, а не лише інтуїції чи попереднього досвіду;

- по-третє, це неухильне дотримання вимог кібербезпеки та захисту персональних даних учасників освітнього процесу, що набуває особливого значення в умовах, коли інформація про дітей і педагогічних працівників може становити інтерес для держави-агресора.

Отже, цифрові інструменти доцільно розглядати як необхідну, проте не достатню умову реалізації адаптивного управління освітніми ресурсами: технологічна складова має доповнюватися відповідною управлінською культурою, професійним розвитком кадрів і належним нормативно-правовим забезпеченням цифрової трансформації управління освітою.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що цифрові інструменти виконують функцію не допоміжного технічного забезпечення, а системного механізму реалізації адаптивного управління освітніми ресурсами на всіх етапах управлінського циклу – від моніторингу до контролю результату. В умовах воєнної та поствоєнної відбудови України цей механізм набуває особливого значення, оскільки поєднує організаційну, безпекову та відновлювальну функції управління. Перспективи подальших досліджень убачаємо в розробленні моделі оцінювання ефективності впровадження цифрових інструментів адаптивного управління на рівні окремого закладу освіти й територіальної

освітньої мережі, а також у вивченні готовності керівних кадрів освіти до їх системного застосування в умовах невизначеності.

Список використаних джерел та літератури

1. Горішна О. Модель управління змінами у закладі загальної середньої освіти. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2022. Вип. 13(25). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-13\(25\)-18](https://doi.org/10.33296/2707-0255-13(25)-18)
2. Гуралюк А. Г. Цифровізація як умова розвитку системи освіти. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2021. Вип. 13 (169). С. 3-8. URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/349>
3. Гурська О. А., Самборська О. В., Йордан Г. М. Використання цифрових технологій у педагогічному процесі для індивідуалізації навчання. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14587060>
4. Єльнікова Г. В., Борова Т. А., Рябова З. В. Адаптивне управління: міжгалузеві зв'язки, науково-прикладний аспект: колективна монографія / за заг. і наук. ред. Г. В. Єльнікової. Харків: Мачулін, 2017. 440 с.
5. Кібальник Л., Кравченко О., Кушніренко Д. Міжнародні підходи до управління людськими ресурсами: адаптація для України у воєнний та повоєнний період. *Економіка та суспільство*. 2024. № 66. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-10>
6. Пономаренко І. В., Слива О. М., Пономаренко Д. В. Ринок освітніх послуг України в умовах війни. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2025. № 18. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-18-07-02>
7. Фадєєв В. І. Теоретичні аспекти моделювання управління освітніми ресурсами вищої освіти в Україні. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2013. № 38. С. 273-277. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.v38i0.3226>
8. Цифровізація освіти і науки в період російсько-української війни та відновлення України: оглядове видання. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2025. 318 с. URL: <https://dnrb.gov.ua/wp-content/uploads/2025/07/DDETKS-review-digitalization-2025.pdf>

9. Як Україна стала прикладом освітньої стійкості в умовах війни завдяки EdTech. Osvitoria.media. 2026. URL: <https://osvitoria.media/experience/yak-ukrayina-stala-prykladom-osvitnoyi-stijkosti-v-umovah-vijny-zavdyaky-edtech/>

*Домантович Олександр,
здобувач першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти, спеціальність
А4 Середня освіта
освітня програма
«Середня освіта (фізика та
астрономія)»,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир
Чипорнюк Віталій,
асистент кафедри професійно-
педагогічної, спеціальної освіти,
андрагогіки та управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир, Україна*

ІННОВАЦІЙНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ВИКЛИКИ ВОЄННОГО ТА ПОСТВОЄННОГО ЧАСУ

Понад чотири роки українська освіта функціонує в режимі, до якого жодна управлінська модель мирного часу не була готова: повітряні тривоги, зруйновані та пошкоджені школи, вимушене переміщення дітей і педагогів усередині країни й за кордон перетворилися з надзвичайної ситуації на буденність освітнього процесу. За таких обставин саме поняття якості освіти довелося переосмислити: до звичного критерію відповідності освітніх результатів державним стандартам додався критерій, який раніше в управлінській практиці майже не фігурував, – здатність закладу освіти гарантувати безпеку його учасників і безперервність навчання за будь-яких зовнішніх обставин.

За таких обставин традиційні, лінійні моделі управління якістю освіти втрачають ефективність, натомість актуалізується запит на моделі адаптивні, гнучкі, здатні швидко перебудовуватися відповідно до безпекової ситуації та завдань європейської інтеграції. Актуальність теми посилюється й необхідністю завчасного напрацювання управлінських механізмів для повоєнного відновлення освітньої галузі, оскільки ефективність такої відбудови значною мірою визначається тим, наскільки якісно управлінські структури працювали над формуванням адаптивних моделей ще під час воєнних дій.

Проблематика управління освітою в умовах воєнного стану перебуває в полі уваги українських науковців з початку повномасштабного вторгнення, проте порівняно з довоєнним періодом дослідницьких напрацювань щодо системного оновлення моделей управління якістю освіти в цій царині ще недостатньо. Особливості управління освітою за умов воєнного стану, пов'язані з гарантуванням безпеки учасників освітнього процесу та зміною функціоналу закладів освіти як інструменту психосоціальної підтримки, детально проаналізовано Ю. Костюніною [6]. Питання освітнього менеджменту з позицій публічного управління розглянуто у працях Л. Вознюк та О. Доброгорського, які наголошують на розширенні кола суб'єктів управління освітою на місцевому рівні та потребі міжвідомчої координації [3].

Проблему адаптивного управління закладами освіти безпосередньо в умовах воєнного стану досліджено такими науковцями, як Г. Єльніковою, М. Жуком та С. Кретович, які обґрунтували доцільність застосування принципів адаптивного управління для забезпечення стійкості освітніх систем до кризових впливів [4]. Продовжуючи цю лінію досліджень, Р. Жога запропонував інструментарій адаптивних педагогічних технологій, спрямованих на підвищення якості управлінської діяльності суб'єктів освітнього процесу в умовах невизначеності [5]. Стратегічні орієнтири розвитку вищої освіти в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення визначено в аналітичних матеріалах загальних зборів НАПН України [2], а офіційна статистика щодо впливу війни на освітній процес узагальнена в аналітичному бюлетені МОН України [7]. І. Вербовський та І. Новіцька у своїх дослідженнях простежують еволюцію національного законодавства у сфері управління закладом вищої освіти й обґрунтовують

напрями його вдосконалення з урахуванням європейських стандартів якості [1], що методологічно важливо для розуміння правових меж, у яких формуються сучасні моделі управління якістю освіти в умовах воєнного стану. Н. Морська, Я. Ювсенко та І. Вербовський досліджують роль правової освіти у формуванні правосвідомості та правової культури громадян України [8], що кореспондує із завданням підготовки управлінців нового типу, здатних діяти в умовах правового режиму воєнного стану.

Водночас недостатньо висвітленими залишаються питання інтеграції безпекової, адаптивної, цифрової та психосоціальної складових в єдину модель управління якістю освіти. Це й визначає мету нашого дослідження – узагальнити підходи до побудови інноваційних моделей управління якістю освіти, здатних забезпечити стійкість освітньої системи на етапі воєнних випробувань та її відновлення в майбутньому.

Управління якістю освіти у воєнний час доцільно розглядати не як пристосування довоєнних управлінських практик до нових обставин, а як формування нової управлінської парадигми, побудованої на засадах адаптивності, безпекоорієнтованості та випереджувального планування відновлення. На основі узагальнення наявного досвіду можна виокремити кілька взаємопов'язаних моделей інноваційного управління якістю освіти (Рис. 1).

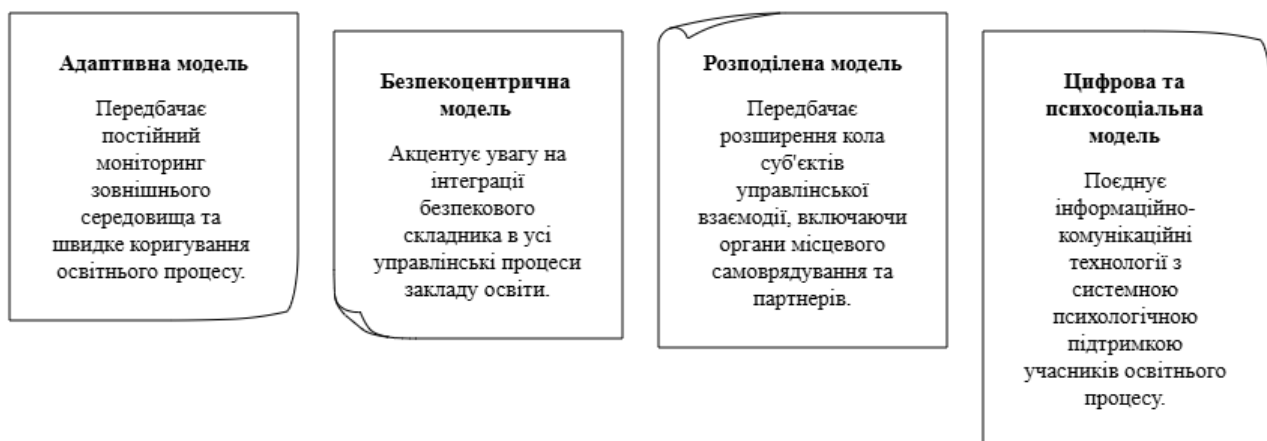


Рис. 1. Моделі управління якістю освіти

Перша модель – адаптивна модель управління якістю освіти. Її сутність полягає у постійному моніторингу зовнішнього середовища (безпекової ситуації, наявності електропостачання, доступності приміщень) і швидкому коригуванні освітнього процесу, а також у створенні варіативних сценаріїв організації навчання (очного,

дистанційного, змішаного) з можливістю оперативного переходу від одного до іншого. Адаптивні процеси, властиві педагогічним системам за умов воєнної агресії, набувають статусу сутнісної основи пристосування освітньої галузі до нових реалій, охоплюючи адаптивність опанування освітньою інформацією та створення адаптивного освітнього середовища.

Друга модель – безпекоцентрична, орієнтована на інтеграцію безпекового складника в усі управлінські процеси закладу освіти: облаштування укриттів, алгоритми дій у разі повітряної тривоги, формування психологічно безпечного середовища, підготовку персоналу до виконання розширених функцій. Управлінська діяльність у цій моделі набуває виразного акценту на функції захисту життя і здоров'я учасників освітнього процесу.

Третя модель – розподіленого (мережевого) управління, що передбачає розширення кола суб'єктів управлінської взаємодії за рахунок органів місцевого самоврядування, міжнародних партнерів, громадських організацій. Це дає змогу оперативно перерозподіляти ресурси та визнавати результати навчання незалежно від фактичного місця перебування здобувача освіти.

Четверта модель – цифрова та психосоціально-орієнтована, що поєднує інформаційно-комунікаційні технології для моніторингу навчальних досягнень із системною психологічною підтримкою учасників освітнього процесу, які зазнають хронічного стресового навантаження. Логічним продовженням є випереджувальне управління відновленням якості освіти – завчасне напрацювання механізмів повоєнної відбудови інфраструктури та адаптації законодавства до європейських стандартів якості. Реалізація цих моделей потребує оновлення компетентностей управлінців: готовності до рішень в умовах невизначеності, знання основ кризового менеджменту. Жодна з моделей не може розглядатися ізольовано – лише їх поєднання забезпечує стійкість освітньої системи.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що виклики воєнного та поствоєнного часу зумовлюють потребу оновлення теоретико-методологічних засад управління якістю освіти в Україні. Інноваційні моделі управління якістю освіти, які поєднують адаптивність, безпекоорієнтованість, мережеву взаємодію, цифровізацію управлінських процесів, психосоціальну підтримку учасників освітнього процесу та

випереджувальне планування повоєнного відновлення, є не альтернативою класичним підходам, а їх необхідним розвитком, зумовленим обставинами сьогодення. Перспективи подальших розвідок убачаємо в розробленні управлінського інструментарію для впровадження окреслених моделей на рівні окремих закладів освіти та у вивченні можливостей адаптації міжнародного досвіду управління освітою в умовах збройних конфліктів до українських реалій.

Список використаних джерел та літератури

1. Вербовський І. А., Новіцька І. В. Розвиток національного законодавства сфери управління закладом вищої освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки*. 2021. № 1 (104). С. 15-27. DOI: [https://doi.org/10.35433/pedagogy.1\(104\).2021.15-27](https://doi.org/10.35433/pedagogy.1(104).2021.15-27)
2. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді: науково-аналітична доповідь / В. Г. Кремень, В. І. Луговий, П. Ю. Саух, І. І. Драч, О. М. Слюсаренко, Ю. А. Скиба, О. В. Жабенко, С. А. Калашнікова, Ж. В. Таланова, О. М. Петроє, О. Ю. Оржель, І. Ю. Регейло, М. В. Набок; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ: Педагогічна думка, 2023. 172 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/NAES-IHED-2023>.
3. Вознюк Л., Доброгорський О. Особливості освітнього менеджменту в умовах воєнного стану. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Серія «Публічне управління та адміністрування»*. 2022. № 1 (2). URL: <https://visnuk.dano.dp.ua/index.php/pma/article/download/36/44>
4. Єльнікова Г., Жук М., Кретович С. Адаптивне управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 16 (31). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-16\(31\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-16(31)-01)
5. Жога Р. Адаптивні технології в педагогічній діяльності суб'єктів управління освітнім процесом. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 35 (18). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-18\(35\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-18(35)-02)
6. Костюніна Ю. О. Особливості управління освітою в умовах воєнного стану. *Ефективність державного управління*. 2023. № ½ (74/75). С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.36930/507407>

7. Міністерство освіти і науки України. Війна та освіта. 2 роки повномасштабного вторгнення: інформаційно-аналітичний бриф. Київ, 2024. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/02/10/Bryf.Viyna.ta.osvita.Dva.roky.povnomasshtabnoho.vtorhnennya.2024.ukr-10.02.2024.pdf>

8. Морська Н., Ювсенко Я., Вербовський І. Роль правової освіти у формуванні правосвідомості та правової культури громадян України. *Наукові інновації та передові технології. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 14 (28). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14\(28\)-983-993](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14(28)-983-993)

Євтушок Іван,
здобувач другого (магістерського) рівня
вищої освіти фізико-математичного
факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир
Вербовський Ігор,
кандидат педагогічних наук, доцент
начальник навчального відділу, доцент
кафедри професійно-педагогічної,
спеціальної освіти, андрагогіки та
управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир

АВТОНОМІЯ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ ЯК УМОВА ЕФЕКТИВНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД

Війна, розв'язана проти України, поставила систему освіти в принципово нові умови існування: пошкоджено або знищено значну частку шкільних приміщень, сотні освітніх закладів опинилися поза межами безпечного доступу, а частина педагогічних і учнівських колективів розосереджена по різних регіонах країни та за кордоном. За таких обставин керівництво школи вже не може діяти виключно як передавальна ланка між

органом управління освітою та колективом, механічно відтворюючи типові розпорядження без огляду на реальний стан конкретного закладу. Навпаки, від нього вимагається самостійне ухвалення рішень – щодо організації освітнього процесу, перерозподілу наявних ресурсів, добору кадрів, супроводу дітей і вчителів, які зазнали втрат унаслідок бойових дій. У цьому контексті автономія закладу освіти, донедавна розглянута переважно як юридична конструкція, закріплена статтею 23 Закону України «Про освіту» [7], набуває характеру практичного управлінського питання: наскільки реальний обсяг повноважень керівника та колективу школи дає змогу вчасно й адекватно відповідати на кризові виклики, зберігаючи належний рівень якості освіти в мінливому середовищі.

Особливої гостроти ця проблема набуває з огляду на перспективу поствоєнного відновлення України, коли заклади освіти виконуватимуть не лише навчальну, а й реабілітаційну, психосоціальну та громадоформувальну функції. Адаптивне управління, що ґрунтується на здатності системи гнучко перебудовувати власну структуру та процеси відповідно до змін середовища, потребує суб'єкта, наділеного реальними, а не декларативними повноваженнями. Тому дослідження взаємозв'язку між автономією закладу освіти та ефективністю адаптивного управління якістю є актуальним як для педагогічної теорії, так і для практики освітнього менеджменту в умовах війни та повоєнної відбудови.

Проблема автономії закладів освіти в українському науковому дискурсі досліджується переважно у правовому та організаційному вимірах. О. Ворон на матеріалі закладів загальної середньої освіти показує, що академічна, організаційна, фінансова та кадрова автономії, закріплені законами України «Про освіту» та «Про повну загальну середню освіту», створюють підстави для формування власної внутрішньої системи забезпечення якості освіти [2, 7, 8]. Л. Калініна, О. Топузов та В. Лапінський розробили факторно-критеріальну модель оцінювання ефективності управління закладом загальної середньої освіти, яка дає змогу визначати вагові коефіцієнти управлінських чинників та перевіряти адекватність управлінських рішень реальному стану справ у закладі [6].

Теоретичні засади адаптивного управління освітніми системами закладені у працях Г. Єльнікової, яка спільно з О. Рябовим розглядає організацію адаптивного навчання в закладах освіти як процес постійного

узгодження зовнішніх вимог з внутрішніми можливостями суб'єктів освітнього процесу [4]. Г. Єльнікова, М. Жук та С. Кретович у своїх дослідженнях безпосередньо звертається до специфіки адаптивного управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні, пропонуючи розглядати взаємодію адаптивних процесів, сутнісної основи пристосування та розвитку освіти як цілісну тріаду [3]. Практичний інструментарій реалізації адаптивних підходів запропонував Р. Жога, який акцентує увагу на необхідності осучаснення педагогічних технологій відповідно до умов невизначеності та нестабільності [5]; окремі аспекти організації управління закладами передвищої освіти в нових умовах висвітлює Т. Бондаренко [1]. Поза увагою дослідників здебільшого залишається питання прямого зв'язку між обсягом реальної автономії закладу освіти та його спроможністю здійснювати адаптивне управління якістю саме в умовах повоєнного відновлення, коли інституційна самостійність з правової норми має перетворитися на дієвий управлінський ресурс.

Автономію закладу освіти доцільно розуміти не як абстрактну свободу від зовнішнього контролю, а як сукупність повноважень, що дозволяють закладу самостійно, у межах, визначених законодавством, ухвалювати рішення щодо академічних, організаційних, кадрових і фінансових питань власної діяльності [2]. Названі види автономії тісно пов'язані між собою: обмеження одного виду знижує реальну спроможність закладу реалізувати інші. Наявність фінансової автономії без кадрової самостійності не дозволяє керівнику оперативно формувати команду, здатну працювати в умовах кризи, а організаційна автономія без академічної обмежує можливості закладу змінювати зміст і форми освітнього процесу відповідно до потреб здобувачів освіти, зокрема тих, хто пережив вимушене переміщення чи тривалу перерву в навчанні.

Адаптивне управління, на відміну від управління за наперед заданим планом, передбачає постійне вивчення стану керованої системи та зовнішнього середовища з подальшим коригуванням управлінських впливів [3; 4]. Ключовим у цій теорії є положення про циклічність взаємодії суб'єктів управління: керівник закладу освіти не просто виконує розпорядження, а бере участь у виробленні рішення на основі зворотного зв'язку від колективу, здобувачів освіти, батьків, громади. Проте здатність

до такого циклу залежить від того, чи має заклад достатньо повноважень, щоб перетворити результати аналізу на реальні управлінські дії, – інакше моніторинг і рефлексія залишаються аналітичною процедурою без практичних наслідків.

У поствоєнний період саме поєднання автономії та адаптивності стає визначальним чинником якості освіти. По-перше, відновлення зруйнованої інфраструктури, формування безпечного освітнього середовища, облаштування укриттів вимагає від закладу самостійності в господарських та організаційних рішеннях, які раніше ухвалювалися на вищому рівні управління. По-друге, індивідуалізація освітніх траєкторій дітей, які повернулися з тимчасово окупованих територій, з-за кордону чи з зони бойових дій, потребує академічної автономії – права закладу самостійно визначати форми діагностування навчальних втрат, розробляти програми надолуження та обирати технології психолого-педагогічного супроводу. По-третє, кадрова автономія дає змогу керівнику залучати фахівців із досвідом роботи в кризових умовах, зокрема психологів і соціальних педагогів, потреба в яких після війни істотно зростає. Водночас автономія без розвиненої внутрішньої системи забезпечення якості освіти може призводити до неконтрольованого зниження освітніх стандартів, тому необхідною умовою ефективного адаптивного управління є розбудова власної системи моніторингу та самооцінювання діяльності закладу, яка спирається на факторно-критеріальні моделі оцінювання управлінської ефективності [6].

Практична реалізація автономії як умови адаптивного управління якістю в поствоєнний період передбачає, на нашу думку, декілька взаємопов'язаних напрямів діяльності керівництва закладу освіти: розроблення стратегії розвитку закладу за участю всіх учасників освітнього процесу з урахуванням реальних ризиків, визначених для конкретної громади; формування внутрішньої системи забезпечення якості освіти з індикаторами, які враховують специфіку постраждалого від війни контингенту здобувачів; підготовку керівних кадрів до ухвалення самостійних управлінських рішень в умовах невизначеності [5]; налагодження постійного зворотного зв'язку із засновником та громадою для узгодження меж автономних повноважень із загальною стратегією відновлення освітньої мережі регіону.

Автономія закладу освіти є не самодостатньою метою реформування, а необхідною умовою ефективного адаптивного управління якістю освіти в поствоєнний період. Лише заклад, наділений реальними академічними, організаційними, кадровими та фінансовими повноваженнями, здатний своєчасно реагувати на кризові виклики, індивідуалізувати освітній процес для постраждалих від війни здобувачів освіти та самостійно розбудовувати внутрішню систему забезпечення якості. Водночас ефективність адаптивного управління прямо залежить від спроможності керівництва поєднувати надані повноваження з відповідальністю, компетентністю та розвиненими механізмами моніторингу. Перспективи подальших досліджень убачаємо в розробленні критеріїв оцінювання результативності поєднання автономії та адаптивного управління на прикладі закладів освіти прифронтових і деокупованих територій.

Список використаних джерел та літератури

1. Бондаренко Т. В. Особливості організації та управління освітнім процесом закладу передвищої освіти. *Адаптивні технології управління навчанням: збірник матеріалів дев'ятої міжнародної конференції*. Одеса-Київ, 25–27 жовтня 2023 р. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. С.62-64. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/handle/123456789/18379>.
2. Ворон О. Організаційна автономія закладу загальної середньої освіти в ефективному впровадженні внутрішньої системи забезпечення якості освіти. *Нова педагогічна думка*. 2022. № 1 (109). С. 3-8. DOI: <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2022-109-1-3-8>
3. Єльнікова Г., Жук М., Кретович С. Адаптивне управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Adaptive Management: Theory and Practice. Series Pedagogics*. 2023. № 16 (31). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-16\(31\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-16(31)-01)
4. Єльнікова Г., Рябов О. Деякі питання організації адаптивного навчання в навчальних закладах. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2020. № 19 (10). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-10\(19\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-10(19)-01)
5. Жога Р. Адаптивні технології в педагогічній діяльності суб'єктів управління освітнім процесом. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 18 (35). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-18\(35\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-18(35)-02)

6. Калініна Л., Топузов О., Лапінський В. Факторна модель оцінки ефективності управління загальною середньою школою та її практичне застосування. *ITLT*. 2020. № 6 (80). С. 346-368.

DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.3912>

7. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

8. Про повну загальну середню освіту: Закон України від 16.01.2020р. № 463-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>

*Кисла Ольга,
асистент кафедри професійно-
педагогічної, спеціальної освіти,
андрагогіки та управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир*

КАДРОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ ВОЄННОГО ЧАСУ

Управлінська практика останніх років показує, що жодна із засвоєних раніше моделей керівництва закладом освіти не витримує випробування війною в незмінному вигляді. Штатний розпис, складений у мирний час із розрахунку на стабільний склад колективу, у переважної більшості закладів освіти вже втратив свою актуальність, а керівникові доводиться щотижня ухвалювати кадрові рішення, для яких немає готових алгоритмів: кого призначити виконувачем обов'язків мобілізованого колеги, як розподілити навантаження, якщо частина педагогів виїхала, чи варто утримувати вакансію відкритою в надії на повернення фахівця. Саме з цього управлінського досвіду, а не лише з аналізу статистики, випливає переконання, що дефіцит педагогічних кадрів воєнного часу – це не тимчасове відхилення від норми, а нова робоча реальність, під яку потрібно свідомо перебудовувати всю систему кадрового менеджменту закладу освіти.

За даними дослідження Державної служби якості освіти України, проведеного наприкінці 2022 – на початку 2023 року, у 55 % обстежених закладів загальної середньої освіти відбулися зміни в педагогічному складі,

а в частині сільських шкіл через відсутність профільних фахівців окремі предмети викладаються вчителями без відповідної спеціалізації або взагалі не викладаються [5]. Керівник закладу освіти змушений виконувати функції кадрового менеджменту не як формальну кадрово-діловодну процедуру, а як стратегічний управлінський інструмент, від якого залежить безперервність освітнього процесу та психологічна стійкість колективу.

Водночас чинне трудове законодавство періоду воєнного стану передбачає нові механізми заміщення тимчасово відсутніх працівників, зокрема укладення строкових трудових договорів [6], що також потребує від управлінця відповідної правової компетентності. Отже, актуальність теми нашого дослідження зумовлена необхідністю осмислення кадрового менеджменту закладу освіти як окремого напрямку управлінської діяльності, здатного забезпечити стійкість освітньої системи в умовах затяжного кадрового дефіциту.

Проблематика управління освітою в умовах воєнного стану дедалі активніше опрацьовується вітчизняними науковцями. Ю. Костюніна визначила специфічні риси управління освітою за умов воєнного стану, серед яких гарантування фізичної безпеки учасників освітнього процесу та потреба в соціально-економічній підтримці педагогів, виснажених тривалою роботою в кризових умовах [7]. А. Войтович, аналізуючи підготовку вчителів до діяльності в період війни, наголошує на трансформації ролі педагога, який поряд із дидактичною функцією виконує психологічну, підтримуючи постраждалих від війни учнів [4]. Питання управлінського забезпечення діяльності закладу освіти системно розробляє І. Вербовський. У дисертаційному дослідженні автором обґрунтовано механізми управління якістю освіти на засадах формування структури педагогічного колективу та мотивації педагогічної праці [1], а в подальших працях детально розкрито теоретичні засади управління закладами освіти в умовах інформатизації [2]. І. Вербовський та О. Маркова у своїх дослідженнях систематизували типи конфліктних ситуацій у системі управління закладом освіти [3], що дає підстави розглядати недостатню укомплектованість штату як один із чинників, що провокує конфліктну взаємодію в колективі та потребує від керівника розвиненої конфліктологічної компетентності.

Водночас, попри значний доробок дослідників з питань управління освітою в умовах війни, кадровий менеджмент як цілісна управлінська підсистема, що охоплює планування, добір, адаптацію, мотивацію та збереження педагогічних кадрів саме в умовах їх гострого дефіциту воєнного часу, залишається недостатньо розробленим і потребує подальшого наукового осмислення.

Кадровий менеджмент закладу освіти доцільно розглядати як систему цілеспрямованих управлінських дій керівника, скерованих на формування, розвиток і раціональне використання педагогічного персоналу для досягнення цілей закладу. У мирний час ця система охоплює традиційні функції – планування потреби в кадрах, добір, атестацію, підвищення кваліфікації, мотивацію праці. В умовах воєнного часу кожна із цих функцій ускладнюється додатковими чинниками.

По-перше, стратегічне кадрове планування має враховувати непередбачуваність: мобілізацію, вимушену міграцію, тимчасову втрату зв'язку з окремими працівниками. Керівникові доцільно формувати кадровий резерв із працівників суміжних спеціальностей, здатних тимчасово поєднувати викладання кількох предметів, а також налагоджувати співпрацю із закладами педагогічної освіти для залучення студентів-практикантів до заміщення вакантних посад.

По-друге, оперативне кадрове забезпечення передбачає використання правових механізмів воєнного стану, зокрема укладення строкових трудових договорів, суміщення посад, погодинну оплату праці за викладання понад навантаження [6]. Це вимагає від керівника високого рівня правової грамотності та вміння оперативно адаптувати кадрову документацію до змінюваних вимог.

По-третє, істотного значення набуває цифровізація добору та супроводу персоналу. Досвід використання інформаційно-комунікаційних технологій в управлінні закладом освіти, представлений у дослідженнях І. Вербовського та О. Фонарюк [8], засвідчує, що електронні платформи розміщення вакансій і дистанційні співбесіди з кандидатами скорочують час заміщення посади навіть за територіальної роздробленості колективу.

По-четверте, окремої уваги потребує психологічний вимір кадрового менеджменту. Тривале перебування в умовах небезпеки підвищує ризик емоційного вигорання педагогів, що впливає на плинність кадрів і

мікроклімат у колективі. Спираючись на типологію конфліктних ситуацій, розроблену І. Вербовським та О. Марковою [3], можна стверджувати, що кадровий дефіцит і перевантаження працівників стають самостійним чинником конфліктів, тому до інструментарію кадрового менеджменту доцільно включати психологічний супровід колективу й розвиток конфліктологічної компетентності керівника.

По-п'яте, мотиваційна складова в умовах обмежених фінансових можливостей закладу зміщується від матеріального стимулювання до нематеріальних чинників: гнучкого графіка, визнання досягнень, залучення педагогів до ухвалення рішень, підтримки професійного розвитку. Поєднання правових, цифрових, психологічних і мотиваційних складових утворює цілісну модель кадрового менеджменту, здатну забезпечити стійкість колективу в умовах затяжного дефіциту кадрів.

Отже, кадровий менеджмент закладу освіти в умовах дефіциту педагогічних кадрів воєнного часу постає багатовимірною управлінською функцією, що потребує від керівника поєднання правової грамотності, цифрової компетентності, психологічної чутливості та конфліктологічної культури. Ефективність подолання кадрового дефіциту залежить від здатності управлінця стратегічно планувати кадрові ресурси, оперативно застосовувати механізми заміщення персоналу, використовувати цифрові інструменти добору педагогів, а також підтримувати психологічну стійкість колективу. Перспективи подальших досліджень убачаємо в розробленні цілісної моделі кадрового менеджменту закладу освіти воєнного й поствоєнного періодів.

Список використаних джерел та літератури

1. Вербовський І. А. Інформатизація управління плануванням освітнього процесу у вищому навчальному закладі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.06 Теорія і методика управління освітою. Київ : НАПН ДЗВО «Університет менеджменту освіти», 2021. 20 с. URL: <https://umo.edu.ua/avtoreferati/avtoreferat-disertaciji-verbovsjkogho-ighorja-andrijovicha---na-temu-informatizacija-upravlinnja-planuvannjam-osvitnjogho-procesu-u-vishhomu-navchalnomu-zakladi->

2. Вербовський І. А. Теоретичні засади управління закладами спеціальної освіти в умовах сучасної інформатизації. *Позиціонування закладу освіти засобами новітніх технологій менеджменту : матеріали*

Всеукр. наук.-метод. семінару, 30 жовт. 2020 р. Київ; Бориспіль, 2020. Вип. 2. С. 19-23.

URL: <https://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/konferenc/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D1%81%D0%B5%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0%D1%80%D1%832020.pdf>

3. Вербовський І., Маркова О. Роль керівника у ефективному вирішенні конфліктів. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Педагогіка*. 2024. Вип. 18 (35). С. 1-11. DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-18\(35\)-14](https://doi.org/10.33296/2707-0255-18(35)-14)

4. Войтович А. Освіта в Україні в умовах війни: виклики та реалії підготовки вчителів. *Освітні обрії*. 2024. № 2 (59). С. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.15330/obrii.59.2.72-78>

5. Дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році : звіт. *Державна служба якості освіти України*. 2023. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/yakist-osvity-v-umovah-viyny-web-3.pdf>

6. Заміна педагога та оплата заміни в умовах воєнного стану. *Служба освітнього омбудсмена України*. URL: <https://eo.gov.ua/zamina-pedahoha-ta-oplata-zaminy-v-umovakh-voiennoho-stanu/2023/12/11/>

7. Костюніна Ю. О. Особливості управління освітою в умовах воєнного стану. *Ефективність державного управління*. 2023. № ½ (74/75). С. 42–46. DOI: <https://doi.org/10.36930/507407>

8. Фонарюк О. В., Вербовський І.А. Впровадження цифрових технологій в управління закладом вищої освіти. *III Науково-практична конференція «Професійний розвиток в умовах цифровізації суспільства: сучасні тренди», 10-11 листопада 2022 р., Київ*. С. 219-221. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/42768>

***Корнійчук Сергій,**
здобувач другого (магістерського) рівня
вищої освіти фізико-математичного
факультету,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир*

***Чипорнюк Віталій,**
асистент кафедри професійно-
педагогічної, спеціальної освіти,
андрагогіки та управління,
Житомирський державний університет
імені Івана Франка,
м. Житомир*

ЯКІСТЬ ОСВІТИ ЯК КАТЕГОРІЯ ОСВІТНЬОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ: ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ

З лютого 2022 р. повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України змусила науково-педагогічну спільноту переглянути саме розуміння якості освіти, яке десятиліттями вибудовувалося довкола стандартизації освітнього процесу, процедур зовнішнього оцінювання та участі в міжнародних порівняльних дослідженнях. Логіка освітньої політики мирного часу спиралася на два негласних допущення – сталість інституційного середовища та незворотність навчального процесу. Війна поставила під сумнів обидва: освітні заклади потрапили до зони прямої небезпеки, значна частина здобувачів освіти й педагогічних працівників була змушена змінити місце перебування, а усталені інструменти забезпечення якості – ліцензування, акредитація, зовнішнє незалежне оцінювання – довелося перебудовувати на ходу, без можливості випробувати нові підходи в спокійному режимі

За таких обставин категорія якості освіти не втрачає свого значення, а набуває нового змістового наповнення: до традиційних складників (відповідності стандартам, компетентнісних результатів навчання, ефективності управління) додаються безпековий, психоемоційний та адаптаційний виміри. Осмислення якості освіти як багатовимірної категорії

освітньої політики воєнного і поствоєнного періодів є актуальним завданням педагогічної науки, оскільки від його розв'язання залежить збереження освітнього потенціалу нації та спроможність системи освіти виконувати функцію суспільної відбудови.

Теоретичні засади управління якістю освіти в мирних умовах ґрунтовно розкрито у працях Т. Лукіної, яка обґрунтувала управління якістю освіти як складову ієрархічної системи управління освітою, що спирається на моніторинг як провідний механізм оцінювання результативності [5]. Проблематику функціонування освіти безпосередньо в умовах війни розкрито в дослідженнях Національного інституту стратегічних досліджень, в яких показано масштаб вимушеного переміщення учасників освітнього процесу [8]. Ю. Костюніна виокремила специфічні риси управління освітою в умовах воєнного стану – гарантування фізичної безпеки, розширення кола суб'єктів управління, реінтеграцію та освітню реформу [4]. Л. Вознюк та О. Доброгорський трактують освітній менеджмент воєнного часу як різновид антикризового управління [3], а О. Батрак та О. Тарасенко дослідили формування потенціалу закладів вищої освіти в умовах війни та повоєнного відновлення [1].

Питання відновлення освіти на постконфліктних територіях, узагальнене у відповідному аналітичному документі, наголошує на подвійній ролі освіти: вона здатна або поглиблювати передумови насильства, або сприяти зціленню суспільства, і саме тому має розглядатися як пріоритетний напрям повоєнної відбудови [2]. Водночас, попри значний масив публікацій, присвячених окремим аспектам функціонування освіти під час війни, категорія якості освіти як цілісний предмет освітньої політики воєнного часу досліджена недостатньо системно, що й зумовлює потребу подальшого наукового пошуку в цьому напрямі.

Якість освіти традиційно визначають як ступінь відповідності освітнього процесу та його результатів державним стандартам, потребам особистості й запитам суспільства [5]. У мирний час ця відповідність вимірюється насамперед показниками навчальних досягнень і ефективності управлінських рішень. Збройний конфлікт змушує переглянути структуру категорії якості, оскільки жоден із названих

показників не може бути досягнутий за відсутності базової умови – фізичної безпеки учасників освітнього процесу.

Перший пріоритет, що потребує переосмислення, – безпековий вимір якості освіти. Він охоплює не лише наявність укриттів і дотримання протоколів безпеки, а й формування психологічного середовища, здатного витримати постійний стрес і досвід втрати. Управлінські структури всіх рівнів вимушено розширили коло суб'єктів, залучених до забезпечення такої безпеки, координуючи дії з органами місцевого самоврядування, міжнародними урядовими та неурядовими організаціями [4]. Якість освіти, позбавлена безпекової складової, у сучасних умовах втрачає практичний сенс як категорія освітньої політики.

Другий пріоритет – доступність освіти в умовах вимушеного переміщення значної частини населення. Мільйони учасників освітнього процесу змінили місце проживання, частина з них залишилася на тимчасово окупованих територіях [8]. За таких обставин якість освіти вже не може оцінюватися лише за очною формою здобуття знань: змішана та дистанційна форми, мобільні освітні програми, програми вирівнювання освітніх втрат стають рівноправними складовими якісної освіти, а не тимчасовим компромісом [6].

Третій пріоритет – адаптивність управлінських механізмів. Освітній менеджмент воєнного часу набуває ознак антикризового управління: постійного спостереження за станом освітнього середовища, оперативного виявлення проблем, гнучкого перерозподілу ресурсів [3]. Якість освіти тут постає не як статичний результат, зафіксований в акредитаційних показниках, а як процесна характеристика системи, здатної швидко реагувати на зміну зовнішніх умов, зберігаючи ядро освітніх цілей. Саме адаптивність, а не відповідність раніше визначеному стандарту, стає визначальною ознакою управлінської якості в період бойових дій.

Четвертий пріоритет – відновлювальна функція освіти, яка актуалізується вже сьогодні, а не лише в поствоєнний період. Освітня система здатна або поглиблювати суспільний розкол, спричинений війною, або сприяти консолідації громади – залежно від того, наскільки свідомо в освітню політику закладено завдання психосоціальної підтримки, збереження національної ідентичності та підготовки педагогів до роботи з травмованими дітьми й дорослими [2]. Формування потенціалу закладів

освіти для виконання цієї функції варто розглядати як складову якості нарівні з дидактичними показниками [1].

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що структура категорії якості освіти в умовах збройного конфлікту не заперечує здобутків довоєнної парадигми управління якістю, а доповнює її новими компонентами – безпековим, доступності, адаптивного управління та відновлювальним. Це не тимчасове відхилення від норми, а переосмислення самих засад освітньої політики, яке, найімовірніше, збереже актуальність і в поствоєнний період відбудови освітньої системи України.

Аналіз наукових джерел та практики функціонування освіти в умовах війни дає підстави розглядати якість освіти як динамічну, багатовимірну категорію освітньої політики, що потребує постійного переосмислення пріоритетів. Безпека учасників освітнього процесу, доступність освіти незалежно від місця перебування здобувачів, адаптивність управлінських механізмів та відновлювальна функція освітньої системи становлять невіддільні складові якості в умовах збройного конфлікту. Подальшого наукового опрацювання потребує розроблення інтегрованих критеріїв і показників оцінювання якості освіти, які враховували б визначені пріоритети та могли б застосовуватися в управлінській практиці як під час воєнного стану, так і на етапі повоєнного відновлення освітньої системи України.

Список використаних джерел та літератури

1. Батрак О., Тарасенко О. Особливості формування потенціалу закладів вищої освіти України в умовах війни та післявоєнному періоді. *Економіка та суспільство*. 2023. № 53. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-53-1>

2. Відновлення освіти на постконфліктних територіях : зарубіжний досвід та ініціативи України: аналітичні матеріали / Т. І. Бурлаєнко, О. В. Дубініна, О. А. Ковальова, А. Б. Кочарян. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2024. 50 с. URL: https://iod.gov.ua/content/docs/documentspdf/207/vidnovlennya-osviti-na-postkonfliktnih-teritoriyah_.pdf

3. Вознюк Л., Доброгорський О. Особливості освітнього менеджменту в умовах воєнного стану. *Вісник Дніпровської академії*

неперервної освіти, серія «Публічне управління та адміністрування». 2022. № 1 (2). С. 48-54 DOI: <https://doi.org/10.54891/2786-6998-2022-1-8>

4. Костюніна Ю. О. Особливості управління освітою в умовах воєнного стану. *Ефективність державного управління*. 2023. № ½ (74/75). С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.36930/507407>

5. Лукіна Т. О. Управління якістю загальної середньої освіти : навчально-методичний посібник. Київ : Педагогічна думка, 2020. 230 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723465/1/Лукіна_посібник_New.pdf

6. Освіта в умовах війни: виклики та перспективи для України. Інститут аналітики та адвокації. 2023. URL: <https://iaa.org.ua/articles/education-in-times-of-war-challenges-and-prospects-for-ukraine/>

7. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

8. Українська система вищої освіти в умовах воєнної агресії РФ: проблеми й перспективи розвитку // Національний інститут стратегічних досліджень. 2022. URL: <https://niss.gov.ua/news/statti/ukrayinska-systema-vyshchoyi-osvity-v-umovakh-voyennoyi-ahresiyi-rf-problemy-y>

Кучменко Артем,
 здобувач другого (магістерського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Чипорнюк Віталій,
 асистент кафедри професійно-
 педагогічної, спеціальної освіти,
 андрагогіки та управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

РОЛЬ КЕРІВНИКА ЗАКЛАДУ ОСВІТИ У ЗБЕРЕЖЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ЯКОСТІ ПІД ЧАС ВОЄННОГО ЧАСУ

Останні роки українська освіта функціонує в режимі, який ще донедавна вважався винятковим, а нині став буденною управлінською реальністю: зруйновані чи пошкоджені приміщення, вимушено переміщені педагоги й здобувачі, довільне поєднання очного, дистанційного та змішаного навчання, відчутний кадровий дефіцит і хронічна тривожність усіх учасників освітнього процесу. Управлінська практика останніх років переконливо засвідчує, що саме за таких обставин найбільш вразливою виявляється не матеріальна база закладу, а те, що значно складніше піддається відновленню, – налагоджена роками внутрішня система забезпечення якості освіти. порушується періодичність моніторингових заходів, слабшають звичні канали комунікації в педагогічному колективі, а обмеженість ресурсів змушує керівництво відкладати процедури самооцінювання, які ще донедавна здійснювалися системно й у повному обсязі.

Водночас відмова від орієнтації на якість освіти є неприпустимою навіть за екстремальних обставин, оскільки право здобувачів на якісну освіту зберігає чинність незалежно від безпекової ситуації. Чинне законодавство покладає відповідальність за функціонування внутрішньої системи

забезпечення якості освіти безпосередньо на керівника закладу [5], тому саме управлінська позиція очільника, а не наявність формальних регламентів, визначає, чи залишиться ця система дієздатною в умовах кризи. Це й зумовлює актуальність запропонованої розвідки.

Особливості управління закладами освіти за умов криз і воєнних дій останніми роками висвітлено в дослідженнях О. Мармази, Т. Сущенко, Н. Бібік, В. Маслова, Н. Протасової та інших науковців, які звертають увагу на постійне оновлення й розширення функціонального складу діяльності управління в цій сфері. Ю. Костюніна, узагальнюючи специфічні риси управління освітою в умовах воєнного стану, виокремлює серед них фізичний захист закладів і здобувачів, тимчасові навчальні приміщення, перетворення закладу освіти на інструмент психосоціальної підтримки, підтримку педагогічних працівників, гнучкі підходи до організації навчання, гуманітарну та міжнародну допомогу, розширення кола суб'єктів управління освітою [4].

Методологічним підґрунтям для розуміння поведінки управлінської системи в умовах нестабільності залишається теорія адаптивного управління, започаткована Г. Єльніковою, яка розглядає адаптивне управління як гнучкий тип управління, зорієнтований на постійне взаємне пристосування суб'єкта й об'єкта управління до змін зовнішнього та внутрішнього середовища на основі безперервного зворотного зв'язку [3]. Ця концепція є продуктивною саме для опису поведінки системи якості закладу освіти в кризовий період, коли жорстко регламентовані процедури поступаються місцем гнучким, ситуативно зумовленим управлінським рішенням. І. Вербовський, Н. Кіт та О. Спольська у своїх дослідженнях доводять, що дієві механізми та принципи управління є важливою умовою підвищення якості освіти, рівності доступу до неї та готовності системи до викликів сучасності, а принципи адаптивності мають становити основу вдосконалення управління системою освіти [2]. В іншому дослідженні, присвяченому цифровій трансформації вищої освіти, І. Вербовський розглядає адаптивне управління як засіб цієї трансформації, наголошуючи на значенні гнучкого реагування управлінської системи закладу на зміни зовнішнього середовища [1].

Попри значний масив досліджень з управління освітою в умовах криз і воєнного стану, питання про конкретні управлінські стратегії та особисті

дії керівника, спрямовані саме на утримання, а не на побудову заново, вже сформованої системи якості в момент переходу закладу освіти до кризового режиму роботи, не набуло достатнього висвітлення в науковій літературі, що й визначає напрям цієї розвідки.

Згідно зі статтею 41 Закону України «Про освіту», функціонування внутрішньої системи забезпечення якості освіти покладається на керівника закладу [5]. У мирний час ця відповідальність реалізується через звичний управлінський цикл: планування – організація – моніторинг – аналіз – коригування. Війна порушує цей цикл на кожному з етапів, і завдання керівника полягає не стільки в конструюванні нових елементів системи, скільки в утриманні зв'язності вже наявних, у недопущенні їх остаточного розпаду. На підставі узагальнення управлінської практики закладів освіти, що продовжують діяльність у прифронтових і тилкових регіонах, виокремимо кілька напрямів діяльності керівника, які визначають збереження функціональності системи якості.

По-перше, це утримання стратегічного бачення та ціннісних орієнтирів закладу. У кризовій ситуації, коли увага колективу природно зміщується на питання фізичної безпеки й виживання, саме керівник має залишатися носієм довгострокової мети закладу, нагадуючи педагогічному колективу, заради чого здійснюється освітня діяльність. Втрата цього орієнтира призводить до підміни завдань забезпечення якості завданнями суто організаційного виживання.

По-друге, це адаптація процедур моніторингу та самооцінювання до нових умов. Очні форми контролю якості освітнього процесу, відвідування занять, колегіальні засідання здебільшого стають неможливими або небезпечними, тому керівник вимушений переносити частину процедур у дистанційний або гібридний формат, спрощувати їх без втрати сутнісного змісту. Саме тут виявляється продуктивність адаптивного підходу до управління, описаного Г. Єльніковою [3] та І. Вербовським [1]: система якості не руйнується, а тимчасово змінює форму свого існування, зберігаючи функцію зворотного зв'язку між керівництвом, педагогами, здобувачами та їхніми батьками.

По-третє, це кадровий вимір збереження системи якості: педагогічні працівники, які продовжують діяльність в умовах постійної небезпеки, потребують не лише організаційної, а й психологічної підтримки з боку

керівництва. Підтримуючи професійний розвиток колективу навіть у скороченому, дистанційному форматі, керівник тим самим підтримує людський ресурс, без якого формально збережена система якості втрачає практичний сенс.

По-четверте, це комунікативна функція керівника: розпорошеність колективу й здобувачів територією різних регіонів і країн ускладнює традиційні канали інформування, тому керівник має свідомо розбудовувати альтернативні канали зворотного зв'язку, забезпечуючи прозорість рішень і можливість для учасників освітнього процесу впливати на якість освіти навіть перебуваючи поза межами закладу.

По-п'яте, це збереження документального підґрунтя системи якості – протоколів, результатів моніторингу, управлінських рішень, – необхідного для подальшого самооцінювання й акредитаційних процедур та інституційної пам'яті закладу загалом.

Нарешті, керівник виконує функцію ситуативного (кризового) прийняття рішень, коли типові управлінські алгоритми не спрацьовують і рішення доводиться приймати за браком часу та повноти інформації. Здатність керівника поєднувати стратегічну стабільність із оперативною гнучкістю, про що йшлося вище, є визначальним чинником того, чи залишиться система якості закладу дієздатною до моменту завершення бойових дій, чи буде фактично демонтована.

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що роль керівника закладу освіти в умовах воєнного часу істотно змінюється: від адміністрування усталених процедур забезпечення якості він переходить до їх свідомого утримання й адаптації. Керівник виступає інтегратором, який поєднує стратегічну стабільність закладу з оперативною гнучкістю управлінських рішень, забезпечуючи безперервність основних функцій системи якості – цілепокладання, моніторингу, зворотного зв'язку, підтримки кадрового потенціалу та документального супроводу. Спираючись на положення теорії адаптивного управління [1; 3], можна константувати, що успішність збереження функціональності системи якості під час війни визначається насамперед особистісною управлінською компетентністю керівника, а не наявністю формально затверджених документів закладу. Перспективним напрямом подальших досліджень

вбачаємо розроблення інструментарію для оцінювання стійкості внутрішньої системи забезпечення якості освіти в умовах кризи.

Список використаних джерел та літератури

1. Вербовський І. Адаптивне управління як засіб цифрової трансформації вищої освіти. *Адаптивні процеси в освіті : зб. матеріалів 3-го Міжнар. наук. форуму*. Київ, 2024. С. 254-257. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/41100/>
2. Вербовський І., Кіт Н., Спольська О. Механізми та принципи управління системою вищої освіти в Україні. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 7 (13). С. 428-439. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-7\(13\)-428-439](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-7(13)-428-439)
3. Єльнікова Г. В. Основи адаптивного управління : курс лекцій. Харків : Основа, 2004. 128 с.
4. Костюніна Ю. О. Особливості управління освітою в умовах воєнного стану. *Ефективність державного управління*. 2023. № ½ (74/75). С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.36930/507407>
5. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

Махневич Дмитро,
 заступник директора з навчально-
 виховної роботи ліцею №205
 Святошинського району міста Києва,
 здобувач третього (освітньо-наукового)
 рівня вищої освіти навчально-наукового
 інституту педагогіки,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Вербовський Ігор,
 кандидат педагогічних наук, доцент
 начальник навчального відділу, доцент
 кафедри професійно-педагогічної,
 спеціальної освіти, андрагогіки та
 управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЛАНУВАННЯМ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗЗСО ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ВОЄННОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

З початком повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України система загальної середньої освіти опинилася в принципово нових умовах функціонування. Керівництву закладів загальної середньої освіти доводиться ухвалювати управлінські рішення практично щодня, а не в межах звичного річного циклу, оскільки постійна безпекова загроза, вимушена міграція учнів і педагогів, а також перебої в енергопостачанні та роботі комунікаційних мереж унеможливають застосування усталених підходів до тижневого й річного планування освітнього процесу. За таких обставин керівник закладу освіти змушений паралельно тримати в готовності декілька моделей організації навчання – очну, дистанційну та змішану – і оперативно змінювати їх відповідно до ситуації, що складається в конкретній громаді. Отже, ключового значення набуває вже не саме планування, а спроможність управлінської системи закладу оперативно

перебудовувати наявні плани під впливом мінливих зовнішніх чинників, тобто адаптивність усього управлінського циклу.

Цифрові технології в цьому контексті перестають бути допоміжним інструментом і перетворюються на інфраструктурну основу управлінської діяльності: електронні журнали й щоденники, хмарні сервіси для складання розкладу, системи оповіщення про повітряну тривогу, платформи дистанційного навчання дають керівництву школи змогу утримувати цілісну картину освітнього процесу навіть тоді, коли частина колективу фізично перебуває поза межами України чи в укритті. Саме технологія цифровізації управління плануванням здатна перетворити адаптивне управління з декларованого принципу на практичний, відтворюваний алгоритм дій керівника закладу освіти у воєнний та поствоєнний періоди.

Теоретичне підґрунтя адаптивного управління освітніми системами закладено в працях Г. Єльнікової, яка обґрунтувала розуміння адаптивного управління як циклічного процесу узгодження цілей і ресурсів системи з мінливим середовищем її функціонування. Г. Єльнікової та О. Рябов розглядають організацію адаптивного навчання в закладах освіти через призму гнучкого коригування освітніх траєкторій відповідно до наявних умов [4]. Це положення набуло подальшого розвитку в дослідженні Р. Жоги, який на матеріалі управлінської практики періоду воєнного стану пропонує модель взаємодії учасників освітнього процесу, побудовану на єдності адаптивних процесів, сутнісної основи пристосування закладу освіти до кризових обставин та наряду подальшого розвитку управлінської системи [5].

Питання цифровізації управлінських процесів у закладах освіти висвітлено в роботі С. Сисоєвої, яка визначає цифровізацію освіти як перехід навчально-методичних матеріалів у цифровий формат, формування на їх основі загальнодоступних баз знань і застосування інтелектуальних систем для управління освітнім процесом [3]. Особливості організації освітнього процесу засобами цифрових технологій безпосередньо в умовах воєнного стану проаналізовано в працях М. Мар'єнко та А. Сухих, де авторами доведено, що ефективність цифрового супроводу планування залежить від конкретних регіональних умов – наближеності громади до лінії зіткнення, забезпеченості вчителів і учнів технічними засобами та стабільності інтернет-з'єднання [4]. Близькі за проблематикою висновки

містить дослідження цифрової трансформації освітнього процесу в умовах воєнного стану, у якому наголошено на потребі швидкої переорієнтації підходів до управління освітнім процесом як на державному рівні, так і безпосередньо в закладах освіти [5].

Разом з тим аналіз наведених джерел засвідчує, що переважна більшість досліджень розглядає цифровізацію та адаптивне управління як два самостійні напрями, тоді як питання їх технологічного поєднання саме на рівні планування освітнього процесу конкретного закладу загальної середньої освіти залишається розробленим недостатньо і потребує окремого висвітлення.

Під технологією цифровізації управління плануванням освітнього процесу ЗЗСО ми розуміємо впорядковану сукупність цифрових засобів, процедур і управлінських дій, що забезпечують безперервний цикл постановки цілей, розроблення планів, їх коригування та контролю виконання незалежно від зовнішніх безпекових обставин. На відміну від традиційного планування, яке орієнтоване на відносно стабільний навчальний рік, ця технологія будується на принципі варіативності: кожен план від початку розробляється в кількох сценарних версіях – для очного, дистанційного та змішаного форматів, – а перехід між версіями відбувається засобами єдиного цифрового середовища закладу без повторного узгодження всіх управлінських ланок.

Структурно технологія охоплює чотири взаємопов'язані складники (Рис. 1). Перший – цифрове освітнє середовище закладу, яке об'єднує систему електронного документообігу, розклад, журнал обліку відвідування та успішності, а також канали оповіщення учасників освітнього процесу про зміну формату навчання. Другий складник – модуль моніторингу ризиків, що акумулює дані щодо безпекової ситуації в громаді та технічної готовності педагогів і здобувачів освіти до дистанційного режиму. Третій складник – блок сценарного планування, у якому кожен розділ річного й календарного плану роботи школи прив'язаний до відповідного сценарію організації освітнього процесу. Четвертий складник – зворотний зв'язок і коригування, що передбачає регулярне оновлення планів на основі аналітики виконання попередніх періодів.

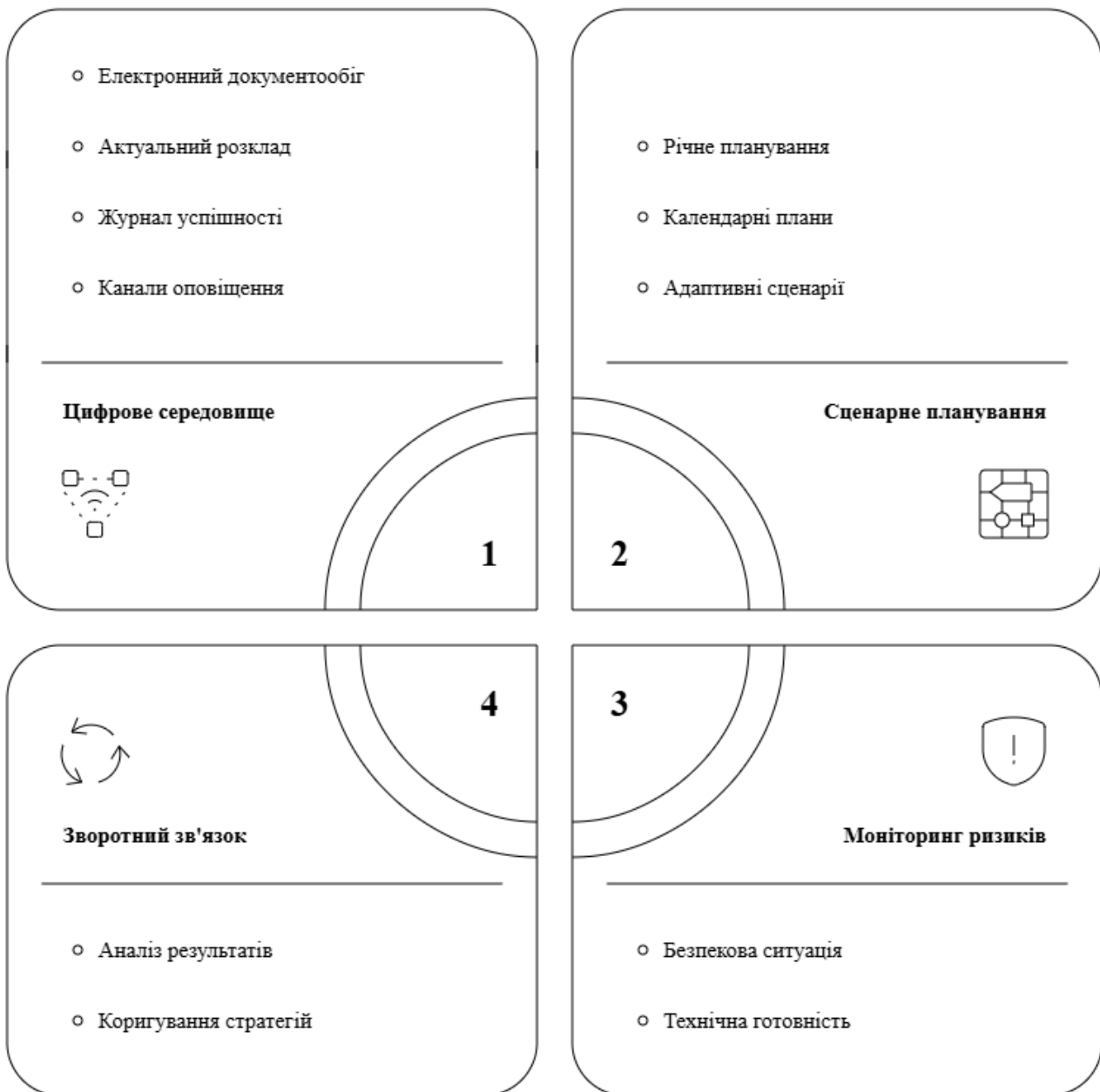


Рис. 1. Складники технології, що формують цифрове освітнє середовище закладів освіти

Управлінський цикл у межах запропонованої технології реалізується за схемою «діагностика – прогнозування – варіативне планування – оперативне коригування – аналіз результату» (Рис. 2). На етапі діагностики керівництво закладу за допомогою цифрових інструментів отримує актуальні дані про стан контингенту, кадрове забезпечення та безпекову обстановку. Варіативне планування передбачає одночасну підготовку кількох узгоджених між собою варіантів розкладу й тематичного планування, що дозволяє уникнути втрати навчального часу під час вимушеної зміни формату. Оперативне коригування здійснюється

безпосередньо в цифровому середовищі й стає доступним усім учасникам процесу практично одночасно, що істотно скорочує час реагування порівняно з паперовим документообігом. Завершальний етап – аналіз результату – дає підстави для уточнення нормативів планування на наступний період.

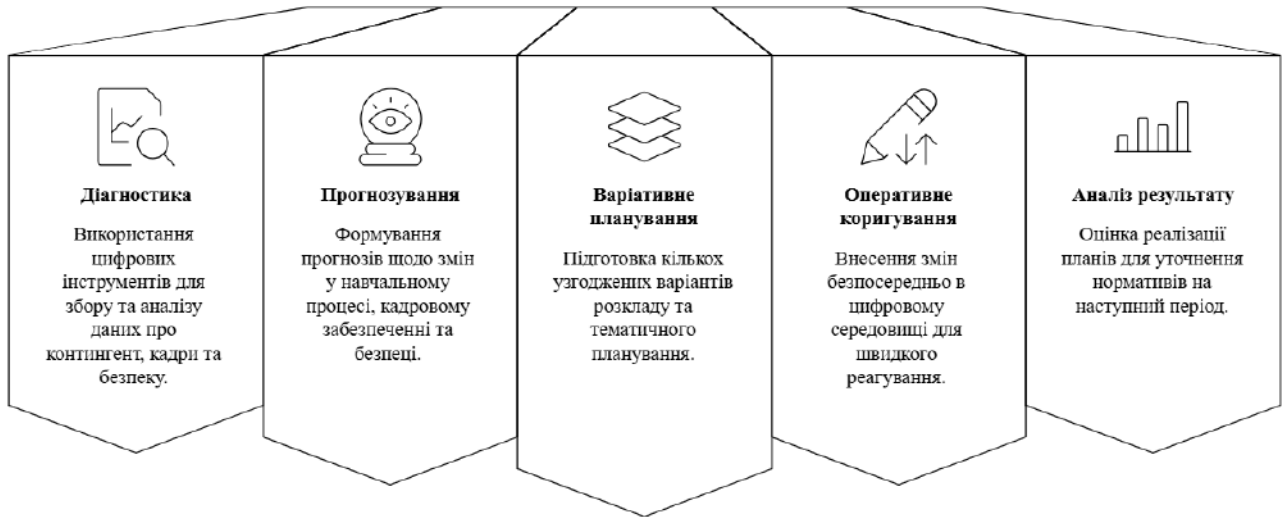


Рис. 2. Управлінський цикл у сучасних умовах

Практика впровадження подібних підходів у закладах освіти засвідчує, що поєднання хмарних сервісів планування з локальними базами даних закладу дає змогу зберігати керованість освітнім процесом навіть за умов тимчасової відсутності частини педагогічного колективу. Водночас впровадження технології потребує систематичного підвищення цифрової компетентності керівників і педагогічних працівників, розроблення внутрішніх регламентів переходу між сценаріями. Саме поєднання технологічної і кадрової складових перетворює цифровізацію планування з формального інструменту звітності на дієвий механізм адаптивного управління закладом освіти.

Технологія цифровізації управління плануванням освітнього процесу ЗЗСО є практичним втіленням принципів адаптивного управління в умовах воєнної нестабільності. Її застосування дає змогу керівництву закладу освіти утримувати безперервність освітнього процесу за рахунок варіативного планування, оперативного цифрового зворотного зв'язку та узгодженої взаємодії всіх учасників освітнього процесу. Перспективу подальших досліджень убачаємо в розробленні уніфікованих критеріїв оцінювання ефективності цифрових управлінських рішень у закладах

загальної середньої освіти, що функціонують у різних безпекових умовах поствоєнного відновлення України.

Список використаних джерел та літератури

1. Єльнікова Г., Рябов О. Деякі питання організації адаптивного навчання в навчальних закладах. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2020. № 19 (10). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-10\(19\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-10(19)-01)
2. Жога Р. Адаптивні технології в педагогічній діяльності суб'єктів управління освітнім процесом. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 18 (35). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-18\(35\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-18(35)-02)
3. Сисоєва С. Цифровізація освіти: педагогічні пріоритети. *Education: Modern Discourses*. 2021. №4. С. 14-22. DOI: <https://doi.org/10.37472/2617-3107-2021-4-02>
4. Мар'єнко М., Сухіх А. Організація навчального процесу у ЗЗСО засобами цифрових технологій під час воєнного стану. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 2. С. 31-37. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-31-37>
5. Яворська Т. Цифрова трансформація освітнього процесу в умовах воєнного стану в Україні. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2023. № 2 (91) С. 217-226. DOI: <https://doi.org/10.38014/osvita.2023.91.19>

Поплавський Олександр,
 здобувач другого (магістерського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Чипорнюк Віталій,
 асистент кафедри професійно-
 педагогічної, спеціальної освіти,
 андрагогіки та управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир, Україна

ФОРМУВАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ВОЄННОГО ЧАСУ

Останні роки поставили перед вітчизняною освітньою галуззю виклик, якого не передбачала жодна довоєнна стратегія її розвитку: необхідність утримувати якість навчання за умов, коли сама можливість його безперервного здійснення регулярно опиняється під сумнівом. Педагогічний колектив і керівництво закладу освіти сьогодні вибудовують освітній процес не за наперед визначеним і сталим графіком, а в режимі постійного реагування на безпекову обстановку, стан енергопостачання й технічну спроможність учасників навчання долучитися до заняття. Очна форма може без попередження поступитися дистанційній, а розклад консультацій – змінитися посеред тижня, тож саме поняття «стабільного освітнього середовища», яким досі оперувала педагогічна наука, потребує переосмислення.

Підсумкове оцінювання, орієнтоване на констатацію вже досягнутого результату наприкінці теми чи семестру, не забезпечує управління й педагога оперативною інформацією, потрібною для коригування освітньої траєкторії в умовах, коли форма навчання може змінюватися упродовж кількох тижнів. Натомість формувальний моніторинг, який поєднує систематичне відстеження навчального поступу з негайним зворотним

зв'язком, дає змогу вчасно виявляти освітні втрати, підтримувати мотивацію учнів та ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення на рівні класу й закладу освіти.

Отже, дослідження механізмів формувального моніторингу освітніх результатів у цих форматах є актуальним як з погляду педагогічної теорії, так і з погляду практики адаптивного управління закладом освіти.

Теоретичні засади формувального оцінювання як інструменту постійного відстеження навчального поступу учня закладено в працях Н. Морзе, О. Барни та В. Вембер, які системно розкрили шлях від теоретичного розуміння формувального оцінювання до його практичної реалізації в українській школі, визначивши структуру такого оцінювання через постановку цілей, узгодження критеріїв, збір доказів навчання та зворотний зв'язок [5]. Роль зворотного зв'язку як ключового елемента формувального оцінювання в умовах електронного навчання докладно проаналізовано М. Золочевською на прикладі онлайн-курсів, де доведено, що якість і своєчасність зворотного зв'язку визначають ефективність переходу від контролю до оцінювання, яке підтримує навчання [3].

Прикладні техніки формувального оцінювання узагальнено в дослідженні Н. Стрілецької та О. Смаглюк – самооцінювання, взаємооцінювання, педагогічне спостереження, аналіз портфоліо [6]. Нормативно-методичне підґрунтя впровадження формувального оцінювання в Новій українській школі розглянуто Л. Кабан, яка наголошує, що воно слугує учневі орієнтиром до дії, а не остаточним вироком щодо навчальних досягнень [4].

Окремий інтерес становлять праці з управління освітніми процесами в умовах цифровізації. І. Вербовський у дослідженні ефективності цифровізації в управлінні освітніми ресурсами обґрунтовує стратегії оптимізації управлінських рішень на основі цифрових даних про освітній процес, що кореспондує із завданням формувального моніторингу як джерела управлінської інформації [1]. У праці, присвяченій ролі цифрових технологій у житті населення, автор аналізує вплив цифровізації на трансформацію освітнього середовища та потребу адаптації суб'єктів освітнього процесу до нових умов, що прямо стосується викликів воєнного стану [2]. Водночас цілісна система формувального моніторингу саме в умовах змішаного й дистанційного навчання воєнного часу, що

враховувала б часті перерви в освітньому процесі й обмежений доступ до технічних засобів, ще не набула достатнього узагальнення в українській педагогічній науці.

Під формувальним моніторингом освітніх результатів ми розуміємо безперервну систему педагогічних і управлінських дій зі збору, аналізу та інтерпретації даних про динаміку навчальних досягнень з метою оперативного коригування освітнього процесу й підтримки кожного здобувача освіти. На відміну від формувального оцінювання, яке реалізується здебільшого на рівні окремого вчителя й уроку, моніторинг передбачає керований на рівні закладу освіти процес, що об'єднує дані з класних журналів, електронних платформ, діагностичних робіт і спостережень педагогів у цілісну картину, придатну для управлінського аналізу.

В умовах змішаного та дистанційного навчання воєнного часу формувальний моніторинг набуває специфічних ознак. По-перше, він має бути стійким до переривання: інструменти збору даних мають однаково коректно працювати в очному й дистанційному режимі, забезпечуючи наступність спостереження за динамікою навчальних досягнень учня. По-друге, він враховує обмежений доступ до техніки та зв'язку, тому доцільним є поєднання синхронних цифрових інструментів (короткі опитування, інтерактивні тести) із безтехнологічними техніками (аркуші самооцінювання, письмові рефлексії). По-третє, такий моніторинг охоплює не лише предметні результати, а й показники психоемоційного стану та навчальної мотивації учня, оскільки саме ці чинники суттєво впливають на його освітній прогрес у ситуації тривалого стресу.

З управлінського погляду доцільно виокремити чотири етапи реалізації формувального моніторингу. На діагностично-цільовому етапі педагогічний колектив спільно з керівництвом визначає навчальні цілі та індикатори навчальних досягнень з урахуванням можливих освітніх втрат. На інструментальному етапі обирається й узгоджується інструментарій збору даних для дистанційного та очного форматів. На аналітико-корекційному етапі дані узагальнюються на рівні класу й закладу, що дає підстави коригувати освітню траєкторію учня та організаційні рішення. Рефлексивно-управлінський етап передбачає періодичне узагальнення результатів для ухвалення стратегічних рішень – коригування освітньої

програми, розподілу навантаження, організації підтримки учнів з ознаками освітніх втрат.

Важливим є розмежування функцій моніторингу на рівнях управління закладом освіти. На рівні вчителя-предметника він виконує навчальну функцію: забезпечуючи щоденний зворотний зв'язок і корекцію методів викладання. На рівні класного керівника – координаційну функцію: дає змогу вчасно виявляти учнів, які потребують додаткової підтримки. На рівні адміністрації закладу освіти моніторинг реалізує управлінську функцію, слугуючи джерелом даних для адаптивного управління, здатного гнучко реагувати на зміну безпекової ситуації без істотної втрати якості освітніх результатів. Ефективність цієї системи значною мірою залежить від цифрової компетентності педагогів і керівників, їхньої здатності інтерпретувати дані не для формального звітування, а для реальної підтримки учня.

Формувальний моніторинг освітніх результатів в умовах змішаного та дистанційного навчання воєнного часу постає цілісною управлінською системою, що поєднує педагогічний, психологічний та організаційно-управлінський виміри освітнього процесу. Його ефективна реалізація потребує стійких до переривання інструментів збору даних, поєднання цифрових і безтехнологічних технік оцінювання та чіткого розмежування функцій моніторингу на рівні вчителя, класного керівника й адміністрації закладу освіти. Побудова такої системи є важливою складовою адаптивного управління закладом освіти у воєнний та поствоєнний періоди, оскільки забезпечує керівництво й педагогічний колектив достовірною та своєчасною інформацією для ухвалення обґрунтованих рішень щодо підтримки кожного здобувача освіти. Перспективи подальших наукових розвідок убачаємо в розробленні й емпіричній апробації діагностичного інструментарію формувального моніторингу для різних ступенів загальної середньої освіти в умовах воєнного стану.

Список використаних джерел та літератури

1. Вербовський І. А. Ефективність цифровізації в управлінні освітніми ресурсами: аналіз та стратегії оптимізації. *Академічні візії*. 2024. № 27. С. 1-13. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/838>

2. Вербовський І. А. Роль цифрових технологій у житті населення. *Українська полоністика*. 2024. № 1 (22). С. 82-98. DOI: <https://doi.org/10.35433/2220-4555.22.2024.ped-1>
3. Золочевська М. В. Зворотний зв'язок у навчальних курсах на платформах МВОК. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2017. № 3. С. 230-237. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2017.3.230f37>
4. Кабан Л. В. Формувальне оцінювання навчальних досягнень учнів у новій українській школі. *Народна освіта: електронне наукове фахове видання*. URL: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=4471
5. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Формувальне оцінювання: від теорії до практики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2013. № 6. С. 45-57. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/6327>
6. Стрілецька Н. М., Смаглюк О. С. Використання прийомів (технік) формувального оцінювання на уроках інформатики у початковій школі. *Молодий вчений*. 2020. № 6 (82). С. 355-363. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-6-82-72>

Радіонов Олег,
 здобувач другого (магістерського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир,
Чипорнюк Віталій,
 асистент кафедри професійно-
 педагогічної, спеціальної освіти,
 андрагогіки та управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

ОСВІТНІЙ АУДИТ ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ У ПОСТВОЄННИЙ ЧАС

Проблема забезпечення якості освітніх програм у період війни та повоєнного відновлення виходить за межі суто організаційного питання і набуває статусу самостійного напрямку наукового пошуку в теорії управління освітою. Досвід функціонування закладів вищої освіти України після лютого 2022 року засвідчив, що традиційна модель зовнішнього контролю якості, розрахована на відносно стабільні умови розвитку освітньої системи, виявляється недостатньо чутливою до динаміки кризових змін – втрати кадрового потенціалу, вимушеного переміщення структурних підрозділів, переходу значної частини освітнього процесу в дистанційний формат. Показовим у цьому сенсі є те, що Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, не припиняючи власної діяльності в умовах воєнного стану, було змушене посилити консультативну функцію та надати процедурам зовнішнього оцінювання більшої гнучкості [2], що опосередковано підтверджує вичерпаність суто статичних підходів до управління якістю. Зазначене дає підстави стверджувати, що забезпечення якості освітньої програми в сучасних умовах доцільно розглядати не як одноразову процедуру підтвердження відповідності, а як безперервний управлінський процес, органічно вписаний у логіку адаптивного управління закладом освіти. Саме на цьому

теоретичному підґрунті система вищої освіти України вступає у перехідний період, що вимагає поєднання відновлення інституційної спроможності закладів освіти з утриманням належного рівня якості освітніх програм відповідно до національних і європейських вимог.

У воєнний період держава запровадила спрощені, умовні процедури акредитації освітніх програм [6], що дало змогу закладам вищої освіти зберегти освітній процес у критичних умовах. Проте із поступовим переходом до мирних процедур, закріплених оновленим Положенням про акредитацію освітніх програм [4], постає питання про механізми, здатні забезпечити плавний перехід від кризового режиму функціонування до системного відновлення якості. Періодична зовнішня акредитація, що здійснюється з інтервалом у кілька років, об'єктивно не встигає реагувати на темп інституційних змін, притаманний поствоєнному відновленню: реінтеграцію тимчасово переміщених структурних підрозділів, повернення викладачів і здобувачів, компенсацію освітніх втрат, відновлення матеріально-технічної бази.

У цьому контексті особливої актуальності набуває звернення до освітнього аудиту як внутрішнього, гнучкого й безперервного інструменту управління якістю, що органічно доповнює періодичні процедури зовнішнього оцінювання. Розгляд освітнього аудиту саме крізь призму теорії адаптивного управління дає змогу обґрунтувати його як механізм постійного зворотного зв'язку, що дозволяє закладу освіти своєчасно виявляти відхилення від нормативної траєкторії розвитку освітньої програми та коригувати управлінські рішення в умовах невизначеності, притаманної поствоєнному періоду.

Теоретичні засади адаптивного управління освітніми системами розробляються в межах наукової школи, що сформувалася навколо досліджень Г. Єльнікової. У праці Г. Єльнікової, М. Жука та С. Кретовича обґрунтовано «тріаду» взаємодії учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану – адаптивні процеси, сутнісна основа пристосування, розвиток освіти, – яка розкриває логіку управлінського реагування закладу освіти на кризові чинники [3]. О. Пушкар та Г. Полякова досліджують багатоконтурну адаптацію в цифровому освітньому середовищі закладу вищої освіти, наголошуючи на необхідності вибудовування кількох одночасних контурів зворотного зв'язку між управлінською ланкою та

освітнім процесом [7], що за своєю сутністю близьке до логіки аудиторської перевірки як джерела управлінської інформації.

Питання узгодження освітніх програм українських закладів освіти з міжнародними вимогами, зокрема в частині нормативно-правового забезпечення, розглядає І. Вербовський, який у своєму дослідженні, присвяченій упровадженню європейських стандартів у правове регулювання освітніх установ України, доводить, що процедури підтвердження відповідності, до яких належить і освітній аудит, мають бути вбудовані в національне законодавство як умова сталого функціонування системи забезпечення якості освіти [1]. Висновки дослідника є методологічно значущими для побудови моделі внутрішнього аудиту, узгодженої з вимогами Стандартів і рекомендацій забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти [9].

Емпіричну основу проблеми доповнює доповідь Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти про стан якості вищої освіти в Україні [2] та роз'яснення щодо застосування критеріїв оцінювання якості освітньої програми [8], які відображають еволюцію процедур зовнішнього забезпечення якості від воєнного до поствоєнного режиму регулювання [4; 6]. Водночас, попри цінність напрацювань названих науковців, недостатньо розробленим залишається питання проєктування освітнього аудиту як складової саме циклу адаптивного управління якістю освітніх програм у поствоєнний період, коли заклад освіти змушений поєднувати швидкість структурних змін із підзвітністю встановленим стандартам.

Освітній аудит доцільно розглядати як системну, циклічну процедуру внутрішнього оцінювання відповідності освітньої програми встановленим критеріям якості, результатом якої є не констатація факту відповідності чи невідповідності (як це властиво зовнішній акредитації), а формування управлінських рішень, спрямованих на коригування освітнього процесу. На відміну від акредитації, що виконує переважно контрольну й легітимізаційну функції, аудит виконує діагностичну, регулятивну та прогностичну функції, органічно вписуючись у логіку адаптивного управління, яке передбачає безперервний цикл «постановка мети – моніторинг стану – коригування дій – уточнення мети».

У структурі адаптивного управління якістю освітньої програми освітній аудит логічно посідає місце ланки зворотного зв'язку, що постачає

керівництву закладу освіти й гарантам програм актуальну інформацію про реальний стан справ, необхідну для прийняття обґрунтованих рішень. Для поствоєнного періоду доцільно виокремити чотири послідовні етапи проведення такого аудиту.

Перший етап – підготовчо-діагностичний: передбачає збір даних про стан освітньої програми: кадрове забезпечення (з урахуванням тимчасової чи постійної втрати викладачів), контингент здобувачів (включно з тими, хто перервав навчання внаслідок бойових дій або перебуває за кордоном), стан результатів навчання, ресурсне й матеріально-технічне забезпечення. Критеріальною основою цього етапу слугують вимоги, узгоджені з європейськими стандартами забезпечення якості [9] та роз'ясненнями Національного агентства щодо оцінювання якості освітньої програми [8].

Другий етап – аналітичний: полягає в зіставленні фактичного стану програми з нормативною траєкторією її розвитку, визначеною під час попередньої акредитації чи самооцінювання, та у виявленні відхилень, спричинених саме воєнними чинниками: релокацією структурного підрозділу, розривом освітніх зв'язків, втратою доступу до баз практики, зміною складу проєктної групи. Важливо, що в поствоєнних умовах значна частина відхилень має тимчасовий, ситуативний характер, і завдання аудиту – відрізнити їх від системних недоліків програми, що потребують глибшого перегляду.

Третій етап – корективний: передбачає розроблення адресних рекомендацій щодо коригування окремих компонентів програми, а саме оновлення переліку компетентностей та програмних результатів навчання з урахуванням нового соціального контексту, перерозподіл навчального навантаження, відновлення баз практики або пошук альтернативних, зокрема укладення нових угод про співпрацю. Принциповою відмінністю аудиту від повторної акредитації є пропорційність втручання: корективні заходи мають бути точковими й оперативними, а не вимагати повторного проходження всієї процедури зовнішнього оцінювання.

Четвертий етап – прогностичний: полягає у формуванні короткострокового прогнозу ризиків для програми (кадрових, контингентних, інфраструктурних) та плануванні наступного циклу аудиту. Саме прогностична функція відрізняє освітній аудит від разового контрольного заходу й перетворює його на елемент безперервного

управлінського циклу, що відповідає самій сутності адаптивного управління.

Організаційно освітній аудит доцільно покласти на спеціально створену аудиторську комісію закладу освіти, яка є складовою внутрішньої системи забезпечення якості освіти відповідно до статті 41 Закону України «Про освіту» [5] і формує звіти для гаранта освітньої програми, проєктної групи та вченої ради. На відміну від п'ятирічного циклу зовнішньої акредитації, періодичність внутрішнього аудиту в поствоєнний період доцільно скоротити до одного разу на рік або раз на семестр для програм, що зазнали найбільшого впливу воєнних факторів, з поступовим переходом до типового режиму моніторингу в міру стабілізації освітнього процесу.

Такий підхід дає змогу закладу вищої освіти підійти до чергової процедури зовнішньої акредитації, що здійснюється за оновленими правилами [4], уже з накопиченою базою внутрішніх коригувальних рішень, що суттєво знижує ризики виявлення суттєвих недоліків під час зовнішнього оцінювання. У перехідний період, коли спрощені воєнні процедури акредитації [6] поступово замінюються стандартними мирними, саме внутрішній аудит виконує роль буфера, що амортизує розрив між кризовим і повноцінним режимами забезпечення якості.

Принципово важливо, що освітній аудит в логіці адаптивного управління не тотожний каральному контролю. Його призначення – не покарання за виявлені недоліки, а самокорекція управлінської системи закладу освіти, спрямована на ефективний розподіл обмежених у поствоєнних умовах ресурсів і збереження довіри до якості освітніх програм з боку здобувачів, роботодавців та суспільства загалом.

Отже, освітній аудит, органічно вбудований у цикл адаптивного управління, є дієвим механізмом підтримання та відновлення якості освітніх програм у поствоєнний період. Його діагностично-корективно-прогностична логіка дає змогу закладу вищої освіти оперативно реагувати на нестабільність зовнішнього середовища, водночас дотримуючись національних і європейських вимог до якості освіти. Проведене дослідження підтверджує, що поєднання внутрішнього аудиту з періодичною зовнішньою акредитацією формує цілісну, стійку до кризових впливів систему забезпечення якості. Перспективи подальших наукових розвідок убачаємо в розробленні методичного інструментарію та системи

індикаторів освітнього аудиту, адаптованих до специфіки поствоєнного відновлення закладів вищої освіти України.

Список використаних джерел та літераутри

1. Вербовський І. А. Впровадження європейських стандартів у правове регулювання освітніх установ України. *Наукові інновації та передові технології*. 2024. № 7 (35). С. 380-391. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-7\(35\)-380-391](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-7(35)-380-391)
2. Доповідь про якість вищої освіти в Україні, її відповідність завданням сталого інноваційного розвитку суспільства у 2023 році / Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. Київ, 2024. 112 с. URL: <https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2024/05/Доповідь-2023-року.pdf>
3. Єльнікова Г., Жук М., Кретович С. Адаптивне управління закладами освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка»*. 2023. № 16 (31). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-16\(31\)-01](https://doi.org/10.33296/2707-0255-16(31)-01)
4. Про затвердження Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти : Наказ Міністерства освіти і науки України від 15.05.2024 № 686. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1013-24>
5. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
6. Про особливості акредитації освітніх програм, за якими здійснюють підготовку здобувачі вищої освіти, в умовах воєнного стану : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.03.2022 № 295. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/295-2022-%D0%BF#Text>
7. Пушкар О., Полякова Г. Багатоконтурна адаптація у цифровому освітньому середовищі закладу вищої освіти. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія: педагогіка*. 2024. № 9 (37). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-19\(37\)-06](https://doi.org/10.33296/2707-0255-19(37)-06)
8. Роз'яснення щодо застосування Критеріїв оцінювання якості освітньої програми / Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. Київ, 2024. URL: <https://surl.li/icctfy>
9. Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). Brussels, 2015. URL: <https://www.enqa.eu/esg->

standards-and-guidelines-for-quality-assurance-in-the-european-higher-education-area/

Романчук Олена,
 здобувач першого (бакалаврського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Вербовський Ігор,
 кандидат педагогічних наук, доцент
 начальник навчального відділу, доцент
 кафедри професійно-педагогічної,
 спеціальної освіти, андрагогіки та
 управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

ОСВІТНЯ АНАЛІТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАКЛАДОМ ОСВІТИ У ВОЄННИЙ ЧАС

Повномасштабна збройна агресія проти України докорінно змінила умови функціонування системи освіти й одночасно висунула нові вимоги до управлінської діяльності керівника закладу освіти. Раптова руйнація звичного освітнього середовища, від фізичного знищення й пошкодження шкільних приміщень до вимушеного переходу значної частини закладів на дистанційний або змішаний формат навчання, поставила керівників перед необхідністю ухвалювати рішення в умовах гострого дефіциту часу, ресурсів і, що особливо важливо, достовірної інформації. За таких обставин інтуїтивне чи суто досвідне управління, яке довгий час залишалося моделлю, яка домінує в українській школі, виявляє свою обмеженість: воно не дає змоги вчасно виявити ризики для безпеки здобувачів освіти, оцінити стан кадрового забезпечення, спрогнозувати динаміку контингенту учнів в умовах міграції.

Саме тому питання освітньої аналітики – систематизованого збору, обробки й інтерпретації даних про освітній процес задля обґрунтування управлінських рішень – набуває нового, значно вищого практичного значення. Освітня аналітика перестає бути суто дослідницьким чи статистичним інструментом і перетворюється на складову частину системи стратегічного управління закладом освіти, здатну забезпечити його стійкість, керованість і спроможність до відновлення в умовах війни та в поствоєнний період. Актуальність теми посилюється й тим, що держава активно розбудовує централізовані інформаційно-аналітичні системи – ДІА.Освіта, ЄДЕБО, електронні журнали, регіональні дашборди Міністерства освіти і науки України, проте керівники закладів освіти часто не мають ні належної підготовки, ні сформованих управлінських практик для повноцінного використання цих даних у стратегічному плануванні.

Проблема застосування аналітичних інструментів в управлінні освітою в умовах війни привертає дедалі більшу увагу вітчизняних дослідників. Так, І. Шевчук та А. Шевчук [9] розглянули освітню аналітику як засіб оцінювання масштабу втрат вищої школи України внаслідок повномасштабного вторгнення й обґрунтували необхідність оперативного інформаційно-аналітичного реагування на ці виклики. О. Ніколюк та О. Коваленко [4] запропонували концептуальну модель стратегічного управління закладом вищої освіти на засадах адаптивності та системного моніторингу ключових показників ефективності, що набуває особливої ваги в умовах безпекових ризиків, спричинених війною.

Питання нормативно-правового забезпечення управлінських рішень керівника школи у воєнний час висвітлено в працях О. Котеньової та М. Максименко [2] й І. Трубавіної, О. Чередниченко та К. Недрі [6], які обґрунтували актуальність законодавчого врегулювання питань безпекового забезпечення освітнього середовища. О. Денисюк та Н. Титаренко [1] розглянули освітні індикатори як інструмент оцінювання ефективності управлінських рішень, пов'язаних із упровадженням академічної автономії закладів освіти. С. Сідлецький та А. Шандар [5] систематизували виклики й пріоритети розвитку вищої освіти України в умовах воєнного стану, а О. Черниш [8] закріпив концептуальні засади стратегічного управління освітньою діяльністю закладу, які зберігають методологічну цінність і для сучасних кризових умов. І. Лопушинський та

О. Дурман [3] розробили підходи до проєктування освітнього інформаційно-комунікаційного середовища, що дає змогу оптимізувати процес ухвалення управлінських рішень на основі своєчасної інформації.

Водночас, попри значний доробок у суміжних напрямках, поза увагою дослідників здебільшого залишається питання про те, як саме освітня аналітика інтегрується безпосередньо в цикл стратегічного управління закладом загальної середньої освіти – від формування стратегії розвитку до оперативного коригування управлінських рішень в умовах бойових дій, – що й зумовлює доцільність подальшого наукового пошуку в цьому напрямі.

Під освітньою аналітикою в контексті управління закладом освіти ми розуміємо цілісний управлінський процес, що охоплює збір первинних даних про освітню діяльність, їх систематизацію та статистичну обробку, змістовну інтерпретацію отриманих результатів і, найголовніше, використання цих результатів як підстави для ухвалення обґрунтованих управлінських рішень на різних рівнях – від оперативного до стратегічного. У мирний час ця функція здебільшого зводилася до звітності та моніторингу якості освіти; у воєнних умовах вона набуває принципово нового змісту, оскільки від якості та швидкості аналітичного супроводу управлінських рішень залежить фізична безпека учасників освітнього процесу.

Стратегічне управління закладом освіти у воєнний час доцільно розглядати як безперервний цикл, що складається з кількох взаємопов'язаних етапів (Рис. 1), на кожному з яких освітня аналітика виконує специфічну функцію.

На етапі діагностики поточного стану закладу аналітика забезпечує керівника достовірною картиною ресурсної спроможності установи: наявність укриття, що відповідає нормативним вимогам, стан приміщень після можливих пошкоджень, чисельність і територіальне розташування учнів (з урахуванням внутрішньо переміщених осіб та тих, хто перебуває за кордоном), укомплектованість педагогічними кадрами. Без такої діагностики стратегічне планування залишається абстрактним.



Рис. 1. Етапи використання освітньої аналітики в закладі освіти

На етапі формування стратегії розвитку освітня аналітика дає змогу обґрунтовано визначити пріоритетні сценарії функціонування закладу – очний, дистанційний, змішаний або комбінований з елементами екстреної евакуації, - а також спрогнозувати необхідні ресурси для кожного з них. Керівник, спираючись на динаміку показників контингенту учнів, відвідуваності, результатів навчання та психоемоційного стану учасників освітнього процесу, отримує можливість формувати кілька альтернативних стратегій розвитку закладу, готових до активації залежно від зміни безпекової ситуації.

На етапі оперативного управління аналітика виконує функцію раннього попередження: систематичний моніторинг таких показників, як рівень відвідуваності занять, динаміка звернень до психологічної служби закладу, стан матеріально-технічного забезпечення дистанційного навчання, дає керівникові змогу вчасно виявляти проблемні зони й ухвалювати коригувальні рішення до того, як локальна проблема переросте в системну кризу.

Окремої уваги заслуговує роль освітньої аналітики в забезпеченні комунікації закладу зі стейкхолдерами – засновником, батьківською спільнотою, органами місцевого самоврядування. Обґрунтовані аналітичні дані про стан закладу є переконливішим аргументом у діалозі про фінансування чи гуманітарну допомогу, ніж загальні описові звіти.

Практична реалізація зазначених функцій вимагає від керівника сформованої аналітичної компетентності – уміння працювати з електронними системами обліку, інтерпретувати статистичні дані та використовувати їх як аргумент у прийнятті рішень, а не лише як формальний звітний матеріал. На жаль, підготовка керівних кадрів освіти в системі післядипломної педагогічної освіти поки що недостатньою мірою враховує цю потребу.

Отже, освітня аналітика у воєнний час перестає бути допоміжним інструментом статистичної звітності й перетворюється на невіддільну складову стратегічного управління закладом освіти, яка забезпечує обґрунтованість, своєчасність і гнучкість управлінських рішень в умовах підвищеної невизначеності та безпекових ризиків. Її ефективне застосування охоплює всі етапи управлінського циклу – від діагностики ресурсної спроможності закладу до формування альтернативних стратегій розвитку й оперативного реагування на кризові ситуації. Подальшого наукового опрацювання потребують питання формування аналітичної компетентності керівників закладів освіти та розроблення уніфікованих моделей індикаторів для закладів загальної середньої освіти в умовах воєнного і поствоєнного часу.

Список використаних джерел та літератури

1. Денисюк О. Я., Титаренко Н. В. Освітні індикатори як інструмент визначення ефективності управлінських рішень з упровадження академічної автономії в базовій школі. *Освітня аналітика України*. 2024. № 4 (30). С. 21-29 DOI: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2024-4-21-29>
2. Котеньова О., Максименко М. Правове забезпечення ефективного управління закладом загальної середньої освіти в умовах воєнного часу. *Український педагогічний журнал*. 2023. № 3. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2023-3-23-31>
3. Лопушинський І. П., Дурман О. Л. Концептуальні підходи до проектування освітнього інформаційно-комунікаційного середовища.

Державне управління та регіональний розвиток. 2019. № 1 (3). С. 92-113.
DOI: <https://doi.org/10.34132/pard2019.03.06>

4. Ніколюк О., Коваленко О. Стратегічне управління ефективністю закладів вищої освіти в умовах трансформації освітнього середовища. *Економіка та суспільство*. 2025. № 74. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-2>

5. Сідлецький С., Шандар А. Вища освіта в Україні в умовах воєнного стану: виклики та пріоритети. *Економіка та суспільство*. 2024. № 64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-151>

6. Трубавіна І. М., Чередниченко О. Ю., Недря К. М. Актуальність законодавчого та нормативно-правового врегулювання питань безпекового забезпечення освітнього середовища в умовах воєнного стану. Формування життєвої компетентності осіб з особливими освітніми потребами в системі позашкільної, спеціальної та інклюзивної освіти [Електронне видання] : зб. наук. пр. [за матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф.] : Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2023. С. 259-262.
URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/10834>

7. Удосконалення фінансування системи освіти України як передумова успішного реформування : монографія [Електронний ресурс] / за ред. С. Л. Лондара ; Державна наукова установа «Інститут освітньої аналітики». – Київ : ДНУ «Інститут освітньої аналітики», 2021. 274 с.
URL: https://iea.gov.ua/wp-content/uploads/2024/05/monograph_20212_fin.pdf

8. Черниш О. В. Стратегічне управління освітньою діяльністю у ЗВО. *Економіка і суспільство*. 2018. № 19. С. 689-698.
URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/19_ukr/107.pdf

9. Шевчук І., Шевчук А. Освітня аналітика крізь призму війни: виклики та можливості для вищої школи України. *Економіка та суспільство*. 2022. № 39. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-80>

Столяренко Валерія,
 здобувачка першого (бакалаврського)
 рівня вищої освіти фізико-
 математичного факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир
Вербовський Ігор,
 кандидат педагогічних наук, доцент
 начальник навчального відділу, доцент
 кафедри професійно-педагогічної,
 спеціальної освіти, андрагогіки та
 управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТІ ЯК СТРАТЕГІЧНА ОСНОВА ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Розв'язана рф повномасштабна війна проти України завдала системного удару по освітній галузі: зруйновано або пошкоджено значну частину матеріально-технічної бази закладів освіти, порушено сталість освітнього процесу, а покоління сьогоденних здобувачів освіти зазнало відчутних і довготривалих освітніх втрат. Емпіричні дані останніх років засвідчують, що масштаби пошкоджень освітньої інфраструктури є безпрецедентними для новітньої історії України, а сукупні збитки галузі оцінюються у мільярдах доларів [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. У цих умовах перед державою постає завдання значно ширше, ніж проста реставрація втраченого, – йдеться про розбудову принципово нової, стійкої до кризових впливів освітньої системи, спроможної відповідати вимогам поствоєнної дійсності.

У цьому контексті глобальний порядок денний сталого розвитку до 2030 року, зокрема Ціль сталого розвитку 4 «Якісна освіта», набуває значення практичного інструменту стратегічного планування. Адаптовані до українського контексту національні завдання та індикатори ЦСР, затверджені в Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна»,

закладають методологічну основу для побудови довгострокових освітніх стратегій, узгоджених із міжнародними зобов'язаннями держави [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Отже, дослідження механізмів імплементації цілей сталого розвитку в стратегію відбудови освітньої системи України є актуальним завданням, оскільки дає змогу визначити пріоритети та інструменти ефективного управління освітою в умовах поствоєнного відновлення.

Грунтовний науково-аналітичний аналіз викликів вищої освіти в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення здійснено колективом авторів під керівництвом В. Кременя, які окреслили ключові напрями трансформації системи вищої освіти України з урахуванням безпекового, кадрового та фінансового вимірів [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Питання соціальної відповідальності закладів вищої освіти в період конфлікту досліджено в аналітичних матеріалах науковців Інституту вищої освіти НАПН України, де систематизовано подвійний виклик постконфліктних освітніх систем – необхідність одночасного відновлення й реформування [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Порівняльний аналіз зарубіжного досвіду відновлення освіти на постконфліктних територіях, включно з кейсами Німеччини, Японії, Південної Кореї та Фінляндії, представлено в аналітичних матеріалах Інституту обдарованої дитини НАПН України [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Автори наголошують на важливості конфліктно-чутливого планування, інклюзивності та психосоціальної підтримки учасників освітнього процесу.

Міжнародний вимір стійкості української освітньої системи в умовах війни висвітлено в дослідженні О. Оржель, М. Трофименка, О. Поркуян, І. Драч, Р. Галгаша та А. Стойки, де проаналізовано механізми адаптації закладів освіти до умов збройного конфлікту [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Водночас питання цілісного узгодження стратегії відбудови освітньої системи України з архітектурою цілей сталого розвитку, з погляду державного управління, залишається недостатньо розробленим і потребує подальшого наукового осмислення.

Ціль сталого розвитку 4 «Якісна освіта» передбачає забезпечення всеохопної і справедливої якісної освіти та заохочення можливостей навчання впродовж життя для всіх. В українському контексті ця ціль конкретизована через систему національних завдань і показників, закріплених у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна» [Помилка! Джерело посилання не знайдено.], що охоплюють доступність дошкільної, середньої та вищої освіти, професійний розвиток педагогів, інклюзивність і цифровізацію освітніх процесів. Саме ці орієнтири мають слугувати стратегічною рамкою повоєнної відбудови освіти, оскільки поєднують гуманітарний, економічний та управлінський виміри розвитку.

Проект Плану відновлення України, підготовлений робочою групою «Освіта і наука», визначає напрями, які операціоналізують принципи ЦСР 4 у площині державної освітньої політики [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]: тотальну цифровізацію освітніх даних, розвиток системи освітніх вимірювань і прогнозування, підхід evidence-based policy making, електронний освітній паспорт здобувача. Реалізація цих напрямів потребує управлінських рішень, спрямованих на децентралізацію ухвалення рішень та розвиток державно-громадського партнерства.

Особливого значення в умовах війни набуває принцип адаптивного управління освітою, який передбачає гнучке реагування управлінських структур на переміщення закладів освіти, коливання контингенту здобувачів, порушення інфраструктурної спроможності. Досвід країн, що пройшли повоєнне відновлення освітніх систем, зокрема Німеччини, Японії, Південної Кореї та Фінляндії, засвідчує: успішність відбудови залежить від здатності управлінських інституцій поєднувати стратегічне бачення з оперативною гнучкістю. Досвід Південної Кореї доводить, що навіть у складних умовах повоєнної розрухи пріоритетне ставлення держави до освіти здатне забезпечити швидке відновлення охоплення дітей навчанням [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

Важливою складовою реалізації ЦСР в освіті є психосоціальна підтримка учасників освітнього процесу, які зазнали травматичного досвіду війни. Подолання освітніх втрат неможливе без комплексного підходу, що поєднує академічну підтримку (тьюторинг, адаптивне планування програм) із психологічним супроводом педагогів і

здобувачів [Помилка! Джерело посилання не знайдено.; Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Управлінська складова відбудови освіти має передбачати підготовку керівних кадрів до роботи в умовах підвищеної психологічної напруги та розвиток компетентностей із кризового менеджменту.

Не менш значущим є фінансово-економічний вимір реалізації цілей сталого розвитку в освіті: скорочення частки видатків на освіту у бюджеті внаслідок зростання оборонних видатків актуалізує потребу диверсифікації джерел фінансування галузі та розвитку державно-приватного партнерства [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Заклади освіти самі виступають суб'єктами повоєнного відновлення – учасниками формування економіки знань, підготовки кадрів для відбудови інфраструктури, реінтеграції ветеранів і внутрішньо переміщених осіб в освітній простір [1].

Цілі сталого розвитку, зокрема Ціль 4 «Якісна освіта», є не лише міжнародним ціннісним орієнтиром, а й методологічною основою стратегії поствоєнної відбудови освітньої системи України. Ефективність відбудови залежить від здатності органів управління освітою поєднувати принципи інклюзивності, доступності та якості освіти з адаптивними управлінськими механізмами, здатними гнучко реагувати на виклики воєнного та поствоєнного періодів. Перспективним напрямом подальших наукових розвідок вважаємо розроблення моделі моніторингу досягнення національних індикаторів ЦСР 4 на регіональному рівні в умовах децентралізованого управління освітою.

Список використаних джерел та літератури

1. Аналіз провідного вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо реалізації соціальної відповідальності університетів під час конфліктів, воєнних дій та повоєнного відновлення: препринт (аналітичні матеріали) / Є. Балджи, І. Власова, С. Калашнікова, В. Ковтунець, О. Литовченко, О. Оржель, В. Рябченко, К. Трима, Л. Червона, Н. Шофолова; за ред. С. Калашнікової та О. Оржель. Київ: Інститут вищої освіти НАПН України, 2022. 145 с.

2. Відновлення освіти на постконфліктних територіях: зарубіжний досвід та ініціативи України: аналітичні матеріали / Т. І. Бурлаєнко, О. В. Дубініна, О. А. Ковальова, А. Б. Кочарян. Київ: Інститут обдарованої

дитини НАПН України, 2024. 50 с.
 URL: https://iod.gov.ua/content/docs/documentspdf/207/vidnovlennya-osviti-na-postkonfliktnih-teritoriyah_.pdf

3. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді : науково-аналітична доповідь / В. Г. Кремень, В. І. Луговий, П. Ю. Саух та ін. ; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ : Педагогічна думка, 2023. 172 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/NAES-IHED-2023>

4. Методичні рекомендації для підвищення кваліфікації керівників і педагогічних працівників з питань ефективних механізмів виявлення та подолання освітніх втрат / за заг. ред. Т. М. Сорочан. Київ : ДЗВО «Ун-т менедж. освіти», 2024. 44 с.

5. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна». Київ, 2017.
 URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf>

6. Проєкт Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Освіта і наука». 2022. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/education-and-science.pdf>

7. Цілі сталого розвитку : офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/nauka/innovatsiyna-diyalnist-ta-transfer-tekhnologiy/analitichni-materiali-2/tsili-stalogo-rozvitku>

8. Orzhel O., Trofymenko M., Porkuian O., Drach I., Halhash R., Stoyka A. Education in Ukraine defies the war. *European Journal of Education*. 2023. Vol. 58, Issue 4. P. 538-641. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejed.12581>

Стороженко Олексій,
 здобувач першого (бакалаврського) рівня
 вищої освіти фізико-математичного
 факультету,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир
Чипорнюк Віталій,
 асистент кафедри професійно-
 педагогічної, спеціальної освіти,
 андрагогіки та управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

ЛІДЕРСТВО ЯК ЧИННИК ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ У ПОСТВОЄННИЙ ПЕРІОД ВІДНОВЛЕННЯ

Сучасний етап розвитку вітчизняної системи освіти важко осмислювати поза контекстом тих випробувань, яких вона зазнала внаслідок повномасштабної збройної агресії проти України. Йдеться не просто про статистику руйнувань – хоча й вона є промовистою: тисячі закладів освіти пошкоджено або знищено, значна частина педагогічного й учнівського контингенту змушена була змінити місце проживання, а освітній процес на роки перейшов у дистанційний чи змішаний формат [3]. Йдеться передусім про глибшу управлінську проблему, яка, на наше переконання, ще не отримала достатнього наукового осмислення: чи здатна українська школа, пройшовши крізь досвід руйнування, повернутися до простого відтворення довоєнних практик, чи має скористатися відкритим нині «вікном можливостей» для системної інституційної трансформації. Схиляємося до другої тези, спостерігаючи за практикою управління закладами освіти впродовж останніх років.

Закон України «Про освіту» покладає на керівника закладу освіти повну відповідальність за освітню, фінансово-господарську та іншу діяльність установи, наділяючи його водночас широкими управлінськими повноваженнями [7]. У кризових умовах саме особистість керівника, його здатність вести за собою колектив, надихати на зміни та ухвалювати

рішення в ситуації невизначеності стає вирішальним чинником, що визначає, чи перетвориться заклад освіти на осередок інновацій, чи залишиться у стані пасивного очікування допомоги ззовні. Відтак дослідження лідерства як управлінського й особистісного феномену, здатного запускати та підтримувати інноваційні процеси в закладі освіти саме в умовах післявоєнної відбудови, набуває виразної теоретичної та практичної цінності.

Проблематика лідерства в освітньому управлінні перебуває у полі уваги багатьох вітчизняних дослідників. О. Ібондарчук та О. Нежинська обґрунтовують, що ефективність керівника освітньої організації визначається не лише посадовими повноваженнями, а передусім сформованістю лідерських якостей – упевненості в собі, емоційного інтелекту, стресостійкості, а також умінням формувати власну репутацію лідера в колективі [1]. С. Нестуля розкриває лідерську компетентність як інтегровану властивість особистості, що охоплює когнітивний, операційно-діяльнісний та особистісний компоненти, і саме таке трикомпонентне бачення видається продуктивним для аналізу управлінської поведінки керівника закладу освіти в кризових обставинах [6].

Безпосередньо специфіку управління освітою в умовах воєнного стану вивчала Ю. Костюніна, яка серед ключових напрямів діяльності керівництва називає забезпечення фізичної та психосоціальної безпеки учасників освітнього процесу, гнучкість форм навчання, а також відбудову освітньої інфраструктури як самостійний напрям управлінської діяльності, що розпочинається задовго до завершення бойових дій [3]. Правові аспекти функціонування закладів освіти в цей період висвітлено в дослідженні М. Легенького, С. Бондарчука, І. Грузинської та І. Сопілко, які наголошують на необхідності оновлення нормативного забезпечення освітньої діяльності відповідно до нових суспільних реалій [4].

Окремо варто відзначити доробок І. Вербовського, чий науковий інтерес безпосередньо дотичний до порушеної проблематики. У своїх дослідженнях автор обґрунтовує, що впровадження цифрових технологій в управління освітніми ресурсами є домінантною тенденцією модернізації сучасного освітнього середовища, яка розширює комунікаційні можливості закладу освіти та створює підґрунтя для оновлення освітнього контенту [2]. Це положення набуває особливого значення саме для закладів, що

потребують післявоєнного відновлення, оскільки цифровізація управлінських процесів дає змогу компенсувати втрату частини матеріальної інфраструктури та організувати освітній процес в умовах вимушеної мобільності учасників. Н. Морська, Я. Ювсенко та І. Вербовський у своїх дослідженнях аналізують роль правової освіти у формуванні правосвідомості та правової культури громадян України, підкреслюючи, що рівень правової культури суспільства безпосередньо впливає на становлення державних інституцій у перехідні періоди [5], що є дотичним із завданнями правового забезпечення відбудови освітньої галузі.

Досвід упровадження інноваційних моделей розвитку лідерської компетентності педагогічних працівників представлено в розробці В. Сидоренко, А. Єрмоленка та Л. Горошкової, які на прикладі «Школи лідерів професійної освіти» показали дієвість формату безперервного супроводу лідерського потенціалу керівних і педагогічних кадрів у системі підвищення кваліфікації [8]. Утім, попри значний науковий доробок із загальних питань освітнього лідерства та управління освітою у воєнний період, питання лідерства саме як цілісного чинника інноваційного розвитку закладу освіти на етапі його післявоєнного відновлення дотепер не отримало належного концептуального осмислення й потребує подальшої наукової розробки.

Лідерство доцільно розглядати як управлінську взаємодію, що ґрунтується не на посадовому примусі, а на здатності керівника формувати спільне бачення майбутнього закладу освіти та залучати колектив до його втілення. На відміну від суто адміністративного керівництва, орієнтованого на підтримання наявного порядку, лідерська позиція керівника передбачає постійний пошук нових рішень, готовність до обґрунтованого ризику та вміння перетворювати кризові обставини на ресурс розвитку. Саме ця властивість набуває вирішального значення в умовах, коли заклад освіти має не просто відновити довоєнний стан, а вийти на якісно новий рівень функціонування.

Спираючись на трикомпонентну модель лідерської компетентності [6], можемо виокремити три взаємопов'язані напрями діяльності керівника-лідера в поствоєнний період. Когнітивний напрям передбачає володіння актуальними знаннями про механізми відбудови освітньої інфраструктури, джерела донорської та грантової підтримки, а

також про правові засади функціонування закладу освіти в умовах, що змінюються [4; 5]. Операційно-діяльнісний напрям охоплює практичні вміння організовувати роботу колективу за умов часткової втрати кадрового складу, розподіляти повноваження між членами команди та вибудовувати партнерські мережі з органами місцевого самоврядування, міжнародними організаціями та громадою. Особистісний напрям стосується розвитку психологічної стійкості самого керівника, його здатності залишатися опорою для колективу в ситуації тривалої невизначеності.

Одним із найбільш дієвих інструментів інноваційного розвитку закладу освіти в поствоєнний період є цифровізація управлінських процесів. Як зазначає І. Вербовський, оцифрування освітнього середовища не лише розширює можливості комунікації між учасниками освітнього процесу, а й дає змогу оперативно перерозподіляти ресурси та адаптувати освітній контент до індивідуальних потреб здобувачів освіти [2]. Для закладу, що переживає відбудову, це означає можливість організувати змішане навчання за відсутності частини приміщень, вести облік матеріальних та людських втрат у цифровому форматі, а також підтримувати зв'язок із педагогічними працівниками й учнями, тимчасово переміщеними до інших регіонів чи країн.

Другим важливим напрямом лідерської діяльності керівника є виконання закладом освіти функції психосоціальної підтримки учасників освітнього процесу. Ю. Костюніна слушно наголошує, що заклад освіти в умовах війни та в перші роки після її завершення перестає бути виключно осередком навчання, набуваючи ролі інструменту психологічної реабілітації дітей і дорослих, які пережили травматичний досвід [3]. Лідер має усвідомлювати цю розширену місію та вибудовувати організаційну культуру, засновану на довірі, емпатії та готовності підтримати кожного члена колективу.

Третім напрямом є розвиток розподіленого лідерства всередині колективу. За умов, коли керівник фізично не може одноосібно контролювати всі напрями відбудови – від ремонту приміщень до пошуку фінансування, – доцільним є делегування відповідальності компетентним членам команди відповідно до їхнього досвіду. Такий підхід не лише розвантажує керівника, а й формує в колективі відчуття причетності до

спільної справи, що є чинником збереження кадрового складу закладу освіти, коли значна частина фахівців має альтернативні можливості працевлаштування. Практичним підтвердженням дієвості системного підходу до розвитку лідерської компетентності є досвід «Школи лідерів професійної освіти», який засвідчив, що регулярний супровід управлінських і педагогічних кадрів у форматі спецкурсів здатний суттєво підвищити готовність колективу до змін [8]. Такий формат варто адаптувати до потреб закладів загальної середньої освіти, що перебувають на етапі відбудови, доповнивши його модулями з цифрового управління, роботи з травмою та правового супроводу відновлювальних процесів [4; 5].

Отже, лідерство постає визначальним чинником, що зумовлює здатність закладу освіти перетворити період післявоєнного відновлення на етап якісного інноваційного розвитку, а не лише механічного відтворення довоєнного стану. Ефективний керівник-лідер поєднує стратегічне бачення перспектив закладу, готовність до цифрової трансформації управлінських процесів, розуміння розширеної психосоціальної місії освіти та вміння розподіляти відповідальність усередині команди. Подальшої наукової розробки потребують питання емпіричного вимірювання ефективності лідерської діяльності керівників закладів освіти на етапі відбудови, а також розроблення прикладних моделей підготовки управлінських кадрів до виконання цієї місії.

Список використаних джерел та літератури

1. Бондарчук О. І., Нежинська О. О. Лідерство у діяльності керівника освітньої організації : спецкурс для слухачів очно-дистанційної форми навчання в системі післядипломної педагогічної освіти. Київ, 2017. 36 с.
2. Вербовський І. А. Ефективність цифровізації в управлінні освітніми ресурсами: аналіз та стратегії оптимізації. *Академічні візії*. 2024. № 27. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/838>
3. Костюніна Ю. О. Особливості управління освітою в умовах воєнного стану. *Ефективність державного управління*. 2023. № 1/2 (74/75). С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.36930/507407>
4. Легенький М., Бондарчук С., Грузинська І., Сопілко І. Нормативно-правове регулювання освітніх відносин в Україні за умов воєнного стану. *Міждисциплінарні дослідження складних систем*. 2022. № 21. С. 115–130. DOI: <https://doi.org/10.31392/iscs.2022.21.115>

5. Морська Н., Ювсенко Я., Вербовський І. Роль правової освіти у формуванні правосвідомості та правової культури громадян України. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 14 (28). С. 983-993. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14\(28\)-983-993](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14(28)-983-993)

6. Нестуля С. І. Поняття лідерської компетентності сучасного менеджера. Витоки педагогічної майстерності. 2018. № 21. С. 133-137. DOI: <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2018.21.206175>

7. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

8. *Школа лідерів професійної освіти як інноваційна модель підвищення кваліфікації педагогів в умовах сталого розвитку: цифровий програмно-методичний комплекс*: В. Сидоренко, А. Єрмоленко, Л. Горошкова / за науковою редакцією доктора педагогічних наук В. В. Сидоренко. Біла Церква: БІНПО, 2021. 114 с.

Чипорнюк Віталій,
 здобувач третього (освітньо-наукового)
 рівня вищої освіти навчально-наукового
 інституту педагогіки,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

Вербовський Ігор,
 кандидат педагогічних наук, доцент
 начальник навчального відділу, доцент
 кафедри професійно-педагогічної,
 спеціальної освіти, андрагогіки та
 управління,
 Житомирський державний університет
 імені Івана Франка,
 м. Житомир

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ ЗВО В УМОВАХ ПОСТВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Із початком повномасштабної збройної агресії проти України заклади вищої освіти опинилися у принципово нових умовах діяльності: частина університетів була змушена релокуватися углиб держави, матеріально-технічна база багатьох закладів зазнала часткового або повного знищення, науково-педагогічні працівники та здобувачі освіти вимушено мігрували, а освітній процес значною мірою перейшов у дистанційний і змішаний режим. За таких обставин усталені, здебільшого паперово-документарні механізми управління якістю освіти продемонстрували обмежену здатність своєчасно виявляти відхилення від встановлених стандартів та гарантувати достовірність інформаційної бази для ухвалення управлінських рішень. Разом із тим завдання поствоєнної відбудови вищої школи не зводиться до простого повернення до довоєнних показників функціонування – йдеться про формування принципово нової управлінської моделі, стійкої до кризових потрясінь, у якій визначальну роль відіграють цифрові засоби збирання, обробки та інтерпретації освітніх даних. На державному рівні цей вектор закріплено у Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032

роки, де цифровізація управлінських процесів визначена одним із ключових напрямів галузевого реформування [8]. Викладене дає підстави стверджувати, що наукове обґрунтування напрямів удосконалення механізмів цифрового управління якістю освіти ЗВО в контексті повоєнної відбудови є не просто актуальним, а невідкладним завданням, від розв'язання якого залежить конкурентоспроможність вітчизняної вищої школи на найближчу перспективу.

Проблематика цифровізації управління освітою перебуває у полі уваги значного кола українських дослідників. А. Гуралюк розглядає цифровізацію як організаційно-педагогічну умову підвищення якості освітнього процесу у ЗВО й наголошує, що впровадження цифрових технологій супроводжується не лише перевагами, а й новими викликами, зокрема зміною характеру соціальних комунікацій між учасниками освітнього процесу [3]. Ю. Головня досліджує трансформацію університету з традиційного академічного центру в освітньо-науково-інноваційний комплекс, акцентуючи увагу на необхідності оновлення ІТ-інфраструктури та розвитку цифрових платформ [2]. Д. Кодочигов пов'язує цифрову трансформацію управлінських рішень у ЗВО з умовами війни, підкреслюючи, що звичні управлінські практики порушуються і потребують заміни цифровими інструментами, здатними забезпечити безперервність освітнього процесу [4]. В. Лахно, С. Волошин, С. Мамченко, О. Кулініч та Д. Касаткін пропонують застосування кластерного аналізу цифрових слідів студентів як інструменту моніторингу освітньої траєкторії та своєчасного виявлення ризиків у навчанні [5]. В. Бліхар і Д. Гурковський аналізують методи управління змінами в освітніх закладах України під час криз, включно з війною, обґрунтовуючи стратегії адаптації та забезпечення безперервності навчання [1]. Водночас переважна більшість досліджень зосереджена або на загальних тенденціях цифровізації освіти, або на окремих технологічних рішеннях, тоді як цілісна модель механізмів цифрового управління якістю освіти ЗВО, адаптована саме до умов поствоєнної відбудови, дотепер не отримала достатнього наукового обґрунтування.

Мета нашого дослідження полягає в обґрунтуванні напрямів удосконалення механізмів цифрового управління якістю освіти ЗВО, які відповідають викликам поствоєнного періоду відбудови України. Під

механізмом цифрового управління якістю освіти розуміємо впорядковану сукупність цифрових інструментів, процедур збору й аналізу даних та управлінських рішень, які забезпечують безперервний цикл планування, моніторингу, оцінювання та коригування освітньої діяльності ЗВО відповідно до стандартів вищої освіти [6]. Аналіз практики функціонування ЗВО у 2022-2026 рр. дає підстави виокремити щонайменше шість напрямів удосконалення таких механізмів (Таблиця 1).

Таблиця 1

Напрями вдосконалення механізмів цифрового управління якістю освіти ЗВО в умовах поствоєнної відбудови України

№	Механізм цифрового управління якістю освіти	Основне призначення / очікуваний управлінський ефект
1	Платформа моніторингу якості	Автоматизація збору індикаторів якості, інтеграція ЄДЕБО, LMS і внутрішніх реєстрів
2	Управлінський дашборд	Оперативне виявлення відхилень від цільових показників, обґрунтовані рішення керівництва
3	Цифрова резервізація даних	Цілісність даних при пошкодженні інфраструктури, безперервність контролю якості
4	Інструмент самооцінювання цифрової зрілості (SELFIE)	Регулярна діагностика управлінської готовності закладу
5	Модуль обліку кадрового навантаження	Облік змішаного формату викладання, прогноз кадрових дефіцитів
6	Система раннього попередження академічних ризиків	Виявлення труднощів у ветеранів, ВПО, здобувачів з прифронтових територій

По-перше, доцільним є впровадження уніфікованої цифрової платформи моніторингу якості освітньої діяльності, яка інтегрує дані Єдиної державної електронної бази з питань освіти, систем управління

навчанням (LMS) та внутрішніх реєстрів академічної успішності. Така платформа дає змогу автоматизувати збір індикаторів якості (успішність, відвідуваність, результати опитувань стейкхолдерів, показники працевлаштування випускників) і скоротити частку ручної, паперової звітності, що особливо важливо для факультетів/ навчально-наукових інститутів, підрозділи яких територіально розосереджені внаслідок евакуації.

По-друге, ефективним інструментом управлінського рівня є дашборд підтримки прийняття рішень для ректорату та деканатів/ дирекцій, побудований на принципах візуальної аналітики. Дашборд, що агрегує дані в режимі, наближеному до реального часу, дає змогу керівництву факультету/ навчально-наукового інституту оперативно виявляти відхилення від цільових показників освітніх програм і приймати обґрунтовані коригувальні рішення, а не покладатися на щорічну звітність постфактум.

По-третє, в умовах, коли частина закладів продовжує функціонувати у прифронтових або нещодавно деокупованих регіонах, критичного значення набуває механізм цифрової резервізації управлінських і освітніх даних: хмарне дублювання баз даних, розподілене зберігання результатів контролю якості, протоколи кібербезпеки. Управління змінами в кризових умовах вимагає саме стратегій адаптації, а не одноразових технічних рішень [1], тому резервізацію доцільно розглядати як постійну управлінську функцію.

По-четверте, перспективним є розроблення цифрового інструменту самооцінювання освітньої діяльності за аналогією до європейського інструменту SELFIE, адаптованого до реалій воєнного та поствоєнного періоду й здатного забезпечити регулярну діагностику цифрової та управлінської зрілості закладу без постійного залучення зовнішніх експертів.

По-п'яте, для кафедр, кадровий склад яких зазнав вимушеної релокації, доцільним є впровадження цифрового модуля обліку та планування науково-педагогічного навантаження, що враховує змішаний формат викладання і дає змогу прогнозувати кадрові дефіцити з випередженням.

По-шосте, запровадження потребує система раннього попередження академічних ризиків, орієнтована на здобувачів освіти з числа ветеранів бойових дій, внутрішньо переміщених осіб та мешканців територій, наближених до зони бойових дій. Застосування предиктивної аналітики цифрового сліду студента дає змогу заздалегідь виявляти ознаки навчальних труднощів і своєчасно пропонувати підтримувальні заходи, що безпосередньо впливає на показники якості освіти та утримання контингенту [5].

Реалізація перелічених механізмів вимагає узгодженості з нормативною базою, зокрема з положеннями Закону України «Про вищу освіту» щодо внутрішньої системи забезпечення якості [6], а також з операційним планом реалізації Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2025-2028 роки, який передбачає розвиток цифрової інфраструктури галузі як складової повоєнного відновлення [7]. Лише за умови такого узгодження цифрові механізми управління якістю набувають статусу не допоміжного технічного рішення, а повноцінного елемента інституційної політики закладу.

Поствоєнна відбудова вищої школи України неможлива без оновлення механізмів управління якістю освіти на засадах цифровізації. Обґрунтовані вище напрями – уніфікована платформа моніторингу, управлінський дашборд, цифрова резервізація даних, інструмент самооцінювання цифрової зрілості, модуль обліку кадрового навантаження та система раннього попередження академічних ризиків – становлять взаємопов’язану систему, здатну підвищити оперативність, обґрунтованість і прозорість управлінських рішень у ЗВО. Перспективи подальших досліджень убачаємо в розробленні методики оцінювання управлінської ефективності впровадження запропонованих механізмів у ЗВО різних регіонів України.

Список використаних джерел та літератури

1. Бліхар В., Гурковський Д. Методи управління змінами в освітніх закладах України під час кризи (COVID-19, війна): стратегії адаптації та забезпечення безперервності навчання. *Socio-Economic Relations in the Digital Society*. 2025. № 2 (56). С. 136-147. DOI: <https://doi.org/10.55643/ser.2.56.2025.612>

2. Головня Ю. Цифрова трансформація вищої освіти в Україні: від академічного центру до освітньо-науково-інноваційного комплексу. *Економіка та суспільство*. 2023. № 58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-43>

3. Гуралюк А. Г. Цифровізація як умова розвитку системи освіти. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2021. № 13 (169). С. 3-8. URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/349>

4. Кодочигов Д. Цифрова трансформація управлінських рішень у закладах вищої освіти: виклики та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2024. № 66. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-73>

5. Лахно В., Волошин С., Мамченко С., Кулініч О., Касаткін Д. Кластерний аналіз для дослідження цифрових слідів студентів закладів освіти. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. № 3 (23). С. 31-41. DOI: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.23.3141>

6. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>

7. Про затвердження операційного плану заходів з реалізації у 2025-2028 роках Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки та внесення змін до Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.12.2025 р. № 1383-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1383-2025-p>

8. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23.02.2022 № 286-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>