

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

III ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

«Математичні методи та цифрові технології
в економіці, сучасні проблеми математики»

М. ІРПІНЬ
16 КВІТНЯ 2026 РОКУ

ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ
ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ,
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ**

Збірник матеріалів

III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених

16 квітня 2026 р.

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Ірпінь
2026

УДК 519.87:004.4(06)

ББК 65в631я431

М 34

*Рекомендовано до розповсюдження в мережі «Інтернет»
Вченою радою Державного податкового університету
(протокол № 19 від 12 червня 2026 р.)*

М 34

Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики [Електронне видання] : збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, м. Ірпінь, 16 квітня 2026 р. – Ірпінь : Державний податковий університет, 2026. – 243 с. – PDF-формат ; мережеве видання ; інституційний репозитарій.
ISBN 978-966-337-807-7

У збірнику опубліковано тези доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики», що відбулася 16 квітня 2026 року в Державному податковому університеті.

Захід об'єднав молодих дослідників, освітян і представників бізнес-середовища задля обговорення новітніх тенденцій у сфері фінансів, економіки та ІТ. Учасники сфокусувалися на інтеграції математичного моделювання в бізнес-процеси, застосуванні штучного інтелекту й великих даних (Big Data), а також на управлінні фінансовими ризиками. Конференція успішно виконала роль інтерактивного майданчика для презентації наукових здобутків, обміну практичним досвідом і налагодження нових зв'язків, що безпосередньо сприяє прогресу цифрової економіки країни.

Видання призначене для науковців, молодих вчених, аспірантів, студентів.

Матеріали подано в авторській редакції.

Відповідальність за зміст матеріалів, їх відповідність вимогам чинного правопису й достовірність фактів і статистичних даних несуть автори.

УДК 519.87:004.4(06)

ББК 65в631я431

ISBN 978-966-337-807-7

© Державний податковий університет, 2026

ЗМІСТ

Секція 1. Цифрові фінанси, Big Data та інтелектуальна аналітика

Бездворний Богдан, Скасків Лілія

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ФІНАНСІВ, BIG DATA
ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АНАЛІТИКИ В УМОВАХ
ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ФІНАНСОВОГО СЕКТОРУ 12

Бондарук Таїсія, Богріновцева Людмила

ВПЛИВ BIG DATA НА ТРАНСФОРМАЦІЮ
БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ
В СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ 15

Вакулко Анна, Гудзь Олена

ПРЕВЕНТИВНИЙ МОНІТОРИНГ ЦІЛЬОВИХ
КІБЕРЗАГРОЗ У БАНКІВСЬКОМУ СЕКТОРІ
НА ОСНОВІ ІНСТРУМЕНТІВ BIG DATA 19

Ваховська Аліса, Болдова Антоніна

РОЛЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДАНИХ
(SOCIAL MEDIA, GEODATA) В КРЕДИТНОМУ СКОРИНГУ 22

Гриценко Олександр, Притиченко Анастасія

ОСОБЛИВОСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВЕБЗАСТОСУНКІВ
ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦИФРОВИХ СЕРВІСІВ 25

Грушко Максим, Калусенко Валентина

АЛГОРИТМІЧНІ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ
ПОРТФЕЛЕМ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ
НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ 29

Дзігора Юлія

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В КОРПОРАТИВНІЙ АНАЛІТИЦІ:
ЯК МАТЕМАТИКА СТРУКТУРУЄ ХАОС 33

Житар Максим

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ESG-АНАЛІТИКИ
В БАНКІВСЬКОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ 38

Зарезенко Дмитро

МЕТОДИ МАСШТАБОВАНОГО ЗБЕРІГАННЯ
ТА ЗАХИСТУ ФІНАНСОВИХ ДАНИХ
У СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕЄСТРУ 41

Кашуба Вероніка, Грушко Максим

ОБМЕЖЕННЯ ЧАТ-БОТІВ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ:
МІЖ АЛГОРИТМОМ І ЛЮДСЬКИМ ДОСВІДОМ 44

Коваленко Каріна, Омельчук Антон

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕДІНКОВИХ
МЕТРИК КОРИСТУВАЧІВ У ПРОЦЕСІ
ТЕСТУВАННЯ ІГРОВИХ ІНТЕРФЕЙСІВ 49

Крук Євгеній, Грищенко Світлана

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ UEFI BOOTLOADER-A
З ПІДТРИМКОЮ GRAPHICS OUTPUT PROTOCOL (GOP)
ДЛЯ ІНІЦІАЛІЗАЦІЇ ФРЕЙМБУФЕРА 53

Пасічник Олександр

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЛІ МЕДИЧНОГО
ПРЕДСТАВНИКА В ЕПОХУ BIG DATA:
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОПОЗИЦІЙ РОБОТОДАВЦІВ 56

Прайс Ігор, Ніжегородцев Владислав

BIG DATA ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ
ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ У ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ 59

Хвостенко Олександра, Грищенко Світлана

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ
ПІКСЕЛЬНОГО ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА «PIXILED PX» 61

Шенгеля Альона, Пацай Богдан

АКУСТИЧНІ ПРОФІЛІ НАРОДНОЇ МУЗИКИ:
КІЛЬКІСНИЙ ПІДХІД НА ОСНОВІ
ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ 64

**Секція 2. Математичне моделювання економічних процесів
в умовах невизначеності**

Аністратенко Олександра, Ярова Оксана НЕЧІТКІ МНОЖИНИ ТА НЕЧІТКА ЛОГІКА В ЕКОНОМІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ	68
Білошицька Дарина, Ярова Оксана МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ПРАЦІ В ЕПОХУ ПОТРЯСІНЬ: ЯК ЦИФРИ ПОЯСНЮЮТЬ СТІЙКІСТЬ	71
Блажко Артем, Ярова Оксана ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДНІХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	74
Васильченко Крістіна, Ярова Оксана БАЙЄСІВСЬКІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ	76
Вдовичин Яна, Скасків Лілія ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНИХ ІТ-СИСТЕМАХ ТА АНАЛІЗ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ.....	79
Дідківська Карина, Ярова Оксана РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ	83
Дробот Вікторія, Пацай Богдан СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА МІЖРЕГІОНАЛЬНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ВИНОРІБНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ	86
Зелінська Єлизавета, Будякова Олена БАЙЄСІВСЬКЕ ОЦІНЮВАННЯ МАСШТАБІВ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	90
Іваночко Богдан ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОРОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД.....	94

Колеснік Катерина, Скасків Лілія

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ

КОРИСТУВАЧА ЦИФРОВИХ ПРОДУКТІВ

В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ 98

Міліченко Віталіна, Ярова Оксана

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

В ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ 101

Муністер В'ячеслав, Терменжи Дар'я

ФОРМАЛІЗАЦІЯ БАЛАНСОВОЇ ЦІЛІСНОСТІ

ТА АТОМАРНОСТІ ПЕРЕКАЗІВ

У ЦИФРОВІЙ ФІНАНСОВІЙ СИСТЕМІ 103

Новосад Анастасія, Ярова Оксана

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

В УМОВАХ ВОЄННОЇ ЕКОНОМІКИ 106

Отрада Мілана, Ярова Оксана

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

В ЕКОНОМІЧНОМУ ПРОГНОЗУВАННІ 109

Прокопенко Діана, Терменжи Дар'я

КОМПЛЕКСНІ ЧИСЛА В МІЖДИСЦИПЛІНАРНОМУ

НАВЧАННІ: ЗВ'ЯЗОК МАТЕМАТИКИ,

ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ 112

Ставицька Лілія, Ярова Оксана

МЕТОД СЦЕНАРІЇВ У ПРОГНОЗУВАННІ

ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ 114

Тимошук Дарина, Скасків Лілія

ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ БАНКРУТСТВА

ФІНАНСОВИХ УСТАНОВ ЗА ДОПОМОГОЮ

МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ 116

Тищенко Єлизавета, Ярова Оксана АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ В УМОВАХ РИНКОВОЇ ТУРБУЛЕНТНОСТІ	119
Чижевський Ярослав, Ярова Оксана ПРОСТА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКУ В ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСАХ	122
Шевченко Алла, Ярова Оксана ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ У ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	124
Якубовська Ольга, Ярова Оксана РОЛЬ ТА МЕХАНІЗМИ ЦІНОУТВОРЕННЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ	127

Секція 3. Штучний інтелект та машинне навчання у фінансах

Анопрієнко Оксана, Новицька Олена МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ЦИФРОВИХ ФІНАНСАХ.....	130
Ботвинко Олександр, Редич Олександр МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ RAG АРХІТЕКТУР LLM ТА ЇХ ЕВОЛЮЦІЯ В АГЕНТНІ ФІНАНСОВІ СИСТЕМИ.....	133
Гонтар Мирослава, Дем'янчук Ольга СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ АІ-ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД УКРАЇНИ.....	137
Гуранець Артем, Дудник Олексій ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСОБИСТОГО БЮДЖЕТУ	142
Карповець Богдан, Скасків Лілія РЕВОЛЮЦІЯ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ: МАШИННЕ НАВЧАННЯ ПРОТИ КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ	146

Коломійцев Максим, Коренкова Ганна

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ

ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ..... 148

Мітла Марія, Омельчук Антон

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ TELEGRAM-БОТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ

ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ 151

Моркова Олександра, Вовк Ніна

АНАЛІЗ ПОВЕДІНКОВИХ ПАТТЕРНІВ КОРИСТУВАЧІВ

ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК МЕТОД

ВЕРИФІКАЦІЇ ТРАНЗАКЦІЙ У МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ 154

Савін Нікіта, Редич Олександр

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ЄДИНОЇ

СОЦІАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ІТ-СПІЛЬНОТ:

АНАЛІЗ ПОТРЕБ ТА ПЕРСПЕКТИВ

В УКРАЇНСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ 157

Юрченко Максим, Дудник Олексій

ВИКОРИСТАННЯ ШІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ІОТ СИСТЕМ 160

**Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення
в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів**

Chubатов Mykyta, Termenzhy Daria

MATHEMATICS AS THE FOUNDATION OF IT:

IMPLEMENTING INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS

IN THE LEARNING PROCESS 163

Losyeva Nataliya, Puzyrov Volodymyr, Termenzhy Daria

DEVELOPING INFRASTRUCTURE FOR EFFECTIVE

BLENDED LEARNING OF MATHEMATICS:

INSIGHTS FROM INSTITUTIONAL PRACTICE 166

Termenzhy Daria, Chumak Olena

INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING
HIGHER MATHEMATICS: IMPLEMENTATION
OF A BILINGUAL METHODOLOGY 169

Балашенок Любов

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ
ЧЕРЕЗ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ
МАТЕМАТИЧНИХ ПРОБЛЕМ В УМОВАХ
НЕПРОГНОЗОВАНOSTІ СУЧАСНОГО СВІТУ 173

Баштан Марина

ЦИФРОВІ ВІДЕОРЕСУРСИ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ:
ДОСВІД СТВОРЕННЯ ТА ІНТЕГРАЦІЇ
(НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «ФУНКЦІЇ») 176

Болгов Максим, Лосєва Наталія

ІНТЕГРОВАНІЙ УРОК ІСТОРІЇ ТА МАТЕМАТИКИ
ЯК СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПАТРІОТИЗМУ 179

Бондар Марія, Терменжи Дар'я

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНИХ КВЕСТІВ У РОЗВИТКУ
КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ТА ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ 183

Борисенко Маргарита

ЦИФРОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ:
ПОТЕНЦІАЛ MICRO:BIT 186

Гайдук Денис, Терменжи Дар'я

ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ В КОНТЕКСТІ
STEM-ОСВІТИ: ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ 188

Горошко Олександр, Лосєва Наталія

ВІЗУАЛЬНІ ДОВЕДЕННЯ У ФОРМУВАННІ
ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МАЙБУТНІХ
УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ 192

Кітченко Марина, Ярова Оксана

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ
ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ
ПОНЯТЬ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ..... 195

Копиця Валентина, Скасків Лілія

КЕЙС-МЕТОД ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ
ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ
ШКІЛЬНОГО КУРСУ СТЕРЕОМЕТРІЇ..... 199

Костриця Богдан, Ярова Оксана

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ
МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ..... 202

Кривчук Макарій, Пузирьов Володимир

ВИХОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАТЕМАТИКИ
В ЕКОНОМІЧНІЙ ОСВІТІ ШКОЛЯРІВ 207

Купріянова Анастасія, Ярова Оксана

ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ
ЧЕРЕЗ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВІДКРИТИХ ЗАДАЧ 211

Мовчан Владислав, Притиченко Анастасія

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ:
АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ
МАТЕМАТИКИ Й РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ..... 215

Прайс Ігор, Терменжи Дар'я

ЗОЛОТА ПРОПОРЦІЯ, РИТМ І ГАРМОНІЯ:
ПОЄДНАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА МУЗИКИ В STEM-ОСВІТІ..... 219

Сорокіна Антоніна, Лушпа Мірослава

МОДЕЛЮВАННЯ ЗІРЧАСТИХ МНОГОГРАННИКІВ..... 222

Тарасенко Інна, Скасків Лілія

GAMIFICATION У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ:
ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ІГОР ТА ВІКТОРИН 226

Терменжи Олександр, Ярова Оксана ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «КООРДИНАТИ І ВЕКТОРИ» В 10 КЛАСІ.....	228
Тітов Андрій, Ярова Оксана РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНИХ ІНТЕРЕСІВ ШКОЛЯРІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ: ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	231
Тростогон Світлана, Скасків Лілія АЛГОРИТМИ СЕКРЕТНОСТІ: МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ КЛАСИЧНОЇ КРИПТОГРАФІЇ	234
Чорна Людмила, Ярова Оксана МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ЗАГАЛЬНОЇ АЛГЕБРИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ (НА ПРИКЛАДІ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ЧИСЛА»)	237
Ярова Оксана ТЕОРІЯ МНОЖИН ЯК ОСНОВА МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ.....	240

СЕКЦІЯ 1

ЦИФРОВІ ФІНАНСИ, BIG DATA ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АНАЛІТИКА

Богдан Бездворний,
здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня;
Лілія Скасків,
*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: liliaskaskiv@gmail.com*

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ФІНАНСІВ, BIG DATA ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АНАЛІТИКИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ФІНАНСОВОГО СЕКТОРУ

У дослідженні розглянуто як теоретичні, так і практичні аспекти розвитку цифрових фінансів у площині використання технологій Big Data та інтелектуальної аналітики. Виокремлено основні тенденції трансформації фінансової системи під впливом фінтех-інновацій, окреслено перспективи застосування сучасних аналітичних інструментів для управління ризиками та підвищення продуктивності фінансових послуг. Підкреслено важливість комплексного підходу до інтеграції даних і штучного інтелекту у фінансову діяльність.

Глобальна економіка нині розвивається в умовах швидкої цифровізації фінансових відносин, що стимулює появу нових бізнес-моделей, технологічних платформ та інструментів. Цифрові фінанси, як складова фінансової системи, поєднують інформаційно-комунікаційні технології з традиційними фінансовими процесами, забезпечуючи доступність і ефективність послуг. Постійне зростання масивів даних, що генеруються як фінансовими установами, так і користувачами, сприяє поширенню концепції Big Data, яка стала рушійною силою інновацій у фінансовій сфері. За оцінками науковців, сучасна фінансова система функціонує в умовах експоненційного збільшення обсягів даних, що відкриває нові горизонти для аналітики та прогнозування.

Цифрові фінанси охоплюють широкий спектр інноваційних рішень: мобільні платежі, інтернет-банкінг, блокчейн та цифрові активи. Вони формують нову клієнтоорієнтовану парадигму фінансового обслуговування, яка базується

на швидкості, зручності та доступності. Згідно з сучасними дослідженнями, фінтех є одним із найдинамічніших напрямів розвитку фінансової науки, що демонструє стрімке зростання кількості наукових праць і практичних впроваджень протягом останніх років. Еволюція фінтеху відбувається у напрямі інтеграції цифрових технологій, поведінкових моделей та регуляторних механізмів. Водночас цифровізація фінансів має і суперечливі наслідки: з одного боку, вона сприяє фінансовій інклюзії, а з іншого - може посилювати ризики надмірної заборгованості населення.

Big Data виступає ключовим елементом цифрової трансформації фінансового сектору. Його визначальними характеристиками є масштабність, швидкість обробки та різноманітність джерел даних. У фінансовій сфері інформація надходить із транзакцій, соціальних мереж, мобільних застосунків, сенсорних систем тощо. Дослідження підтверджують, що використання великих даних суттєво підвищує якість фінансового аналізу, зокрема у сферах управління активами, оцінки кредитоспроможності та аналізу ринкових тенденцій. Крім того, Big Data зменшує інформаційну асиметрію між фінансовими інститутами та клієнтами. Важливу роль великі дані відіграють у забезпеченні фінансової стабільності: аналітичні моделі дозволяють своєчасно виявляти ризики кредитування та підвищувати ефективність банківських операцій. Водночас стрімке зростання обсягів даних актуалізує питання їх захисту та конфіденційності, що потребує нових технологічних і регуляторних рішень.

Інтелектуальна аналітика ґрунтується на застосуванні методів машинного навчання, штучного інтелекту та обробки великих даних. Вона дає змогу автоматизувати процеси прийняття рішень і підвищувати їх точність. Сучасні дослідження свідчать, що інтеграція AI та Data Science формує нове покоління «розумних» фінансових систем, здатних адаптуватися до змін ринку та пропонувати персоналізовані послуги. Синергія цифрових фінансів, великих даних та інтелектуальної аналітики сприяє створенню адаптивних фінансових екосистем, які швидко реагують на зовнішні виклики. Водночас залишаються актуальними проблеми кібербезпеки, захисту персональних даних та етичного використання алгоритмів.

Основні напрями застосування інтелектуальної аналітики включають:

- прогнозування фінансових ризиків;
- автоматизацію кредитного скорингу;
- виявлення шахрайських операцій;
- алгоритмічну торгівлю;
- персоналізацію фінансових продуктів.

Таким чином, інтелектуальна аналітика забезпечує перехід від реактивного до проактивного управління фінансовими процесами.

Узагальнюючи, цифрові фінанси, Big Data та інтелектуальна аналітика є взаємопов'язаними складовими сучасної фінансової системи, що визначають її стратегічний розвиток. Їх інтеграція сприяє підвищенню ефективності, прозорості та інноваційності фінансових процесів. Водночас подальший прогрес цих технологій потребує вирішення низки викликів, серед яких - забезпечення кібербезпеки, захист персональних даних та вдосконалення регуляторної бази. Перспективи майбутніх досліджень полягають у створенні моделей ефективного використання даних і штучного інтелекту в умовах цифрової економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Liu Q., Chan K.-C., Chimhundu R. Fintech research: systematic mapping, classification, and future directions. *Financial Innovation*. 2024.
2. Garg G. et al. A Bibliometric Analysis of Fintech Trends. *International Journal of Financial Studies*. 2023.
3. Goldstein I., Spatt C., Ye M. Big Data in Finance. *The Review of Financial Studies*. 2021.
4. Yin F. et al. Fintech application on banking stability using Big Data. *Journal of Cloud Computing*. 2022.

Таїсія Бондарук,

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри фінансів, банківської справи та страхування,
Національна академія статистики, обліку та аудиту
email: bondaruk23@ukr.net ;*

Людмила Богріновцева,

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування,
Національна академія статистики, обліку та аудиту
email: kostrach26@gmail.com*

ВПЛИВ BIG DATA НА ТРАНСФОРМАЦІЮ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В СТРАХОВИХ КОМПАНІЯХ

Сучасний етап розвитку страхового ринку визначається активною цифровою трансформацією, у межах якої дані стають ключовим ресурсом прийняття управлінських рішень. Технологія Big Data набуває стратегічного значення, забезпечуючи підвищення ефективності діяльності страхових компаній, їх адаптивності та конкурентоспроможності.

Використання Big Data забезпечує інтеграцію ключових бізнес-процесів страхових компаній (андеррайтинг, маркетинг, продажі, врегулювання збитків, управління портфелем) у єдиний аналітичний контур, що підвищує узгодженість управлінських рішень і оперативність реагування на зміну ризикового середовища.

Одним із ключових напрямів трансформації є модернізація андеррайтингу та тарифоутворення, що забезпечує перехід до індивідуалізованих підходів оцінювання ризиків. У сфері маркетингу це проявляється у формуванні персоналізованих пропозицій і підвищенні ефективності взаємодії з клієнтами. Водночас у процесах врегулювання збитків впровадження Big Data дозволяє автоматизувати прийняття рішень, скоротити строки виплат і підвищити рівень протидії шахрайству.

З метою систематизації основних напрямів впливу Big Data на ключові бізнес-процеси страхових компаній доцільно систематизувати ключові напрями таких змін у табл. 1.

**Таблиця 1. Вплив Big Data на трансформацію бізнес-процесів
страхових компаній**

Бізнес-процес	Напрямок трансформації	Результат для страховика
Маркетинг і продажі	Аналітика клієнтської поведінки та сегментація споживачів	Підвищення рівня залучення та утримання клієнтів
Андеррайтинг	Персоналізоване оцінювання страхових ризиків	Зростання точності тарифоутворення
Врегулювання збитків	Автоматизація перевірки даних і прийняття рішень	Скорочення термінів розгляду заяв і виплат
Протидія шахрайству	Ідентифікація аномальних і підозрілих патернів у даних	Зниження рівня шахрайських виплат
Управління портфелем	Динамічний моніторинг і аналіз ризикового профілю	Підвищення фінансової стійкості та збалансованості страхового портфеля

Джерело: узагальнено авторами за даними [1; 2; 3; 4].

Наведені в табл. 1 результати свідчать про комплексний характер впливу Big Data, який охоплює всі ключові етапи створення страхової вартості та забезпечує підвищення ефективності функціонування страхових компаній.

Для більш наочного відображення процесу трансформації бізнес-процесів страхових компаній на основі Big Data доцільно представити у вигляді узагальненої схеми (рис. 1).

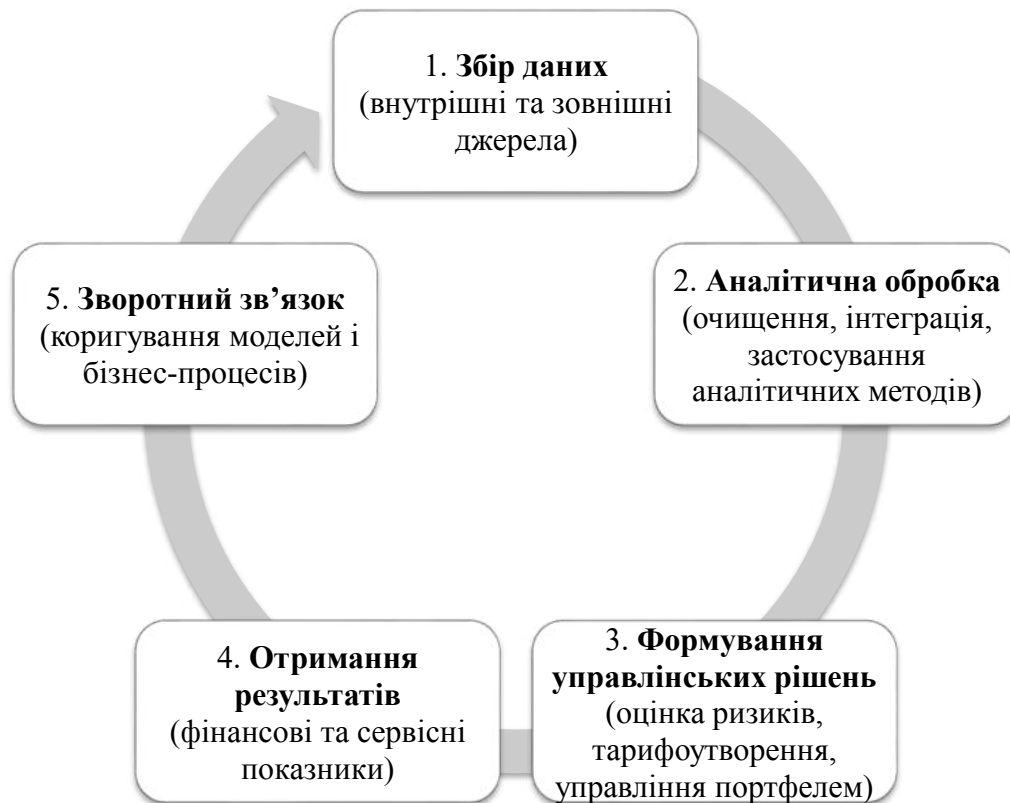


**Рисунок 1 – Трансформація бізнес-процесів
страхових компаній на основі Big Data**

Джерело: побудовано авторами за даними [5; 6].

Рис. 1 відображає перехід від фрагментарного використання даних страховими компаніями до формування інтегрованої, даноорієнтованої системи управління, у межах якої Big Data виступає центральним елементом прийняття управлінських рішень.

Найбільш вагомими змінами Big Data зумовлюють у системі управління ризиками страхових компаній. На відміну від традиційних підходів, що базуються на історичних даних і періодичному оновленні, сучасні моделі передбачають безперервний моніторинг ризиків, їх прогнозування та реалізацію превентивних заходів. Це сприяє підвищенню точності оцінювання ризиків і зниженню рівня невизначеності в діяльності страхових компаній.

З метою узагальнення відмінностей між традиційними та сучасними підходами до управління ризиками доцільно узагальнити їх ключові відмінності (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняння моделей управління ризиками у страхуванні

Критерій	Традиційна модель	Модель на основі Big Data
Джерела даних	Обмежені історичні	Великі різномірні масиви
Оновлення інформації	Періодичне	Безперервне
Характер управління	Реактивний	Проактивний
Точність оцінювання	Узагальнена	Індивідуалізована
Стійкість портфеля	Обмежена	Підвищена

Джерело: узагальнено авторами за даними [5; 6; 7].

Поряд із позитивними ефектами використання Big Data страховими компаніями зростають вимоги до якості даних, захисту персональної інформації та прозорості аналітичних моделей, що потребує вдосконалення системи корпоративного управління.

Отже, застосування Big Data забезпечує комплексну трансформацію страхових компаній, сприяючи переходу до гнучких, клієнтоорієнтованих і прогнозно орієнтованих моделей управління, що підвищує їх конкурентоспроможність у цифровій економіці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Belhadi, A., Abdellah, N., & Nezai, A. The Effect of Big Data on the Development of the Insurance Industry. *Business Ethics and Leadership*. 2023. № 7 (1). Pp. 1–11. DOI : [https://doi.org/10.21272/bel.7\(1\).1-11.2023](https://doi.org/10.21272/bel.7(1).1-11.2023)

2. Богріновцева Л. М. Особливості застосування технології Big Data у страховому бізнесі. *Стратегія розвитку України: фінансово-економічний та гуманітарний аспекти* : матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. у 2-х ч., м. Київ, 15 жовтня 2024 р. Київ : Інтерсервіс, 2024. Ч. 1. С. 45–50. URL : <https://ir.nasoa.edu.ua/items/1d2360b3-0dbd-4c1b-bdc5-1f01f926d33f>
3. Latest sigma: Digitalisation is transforming insurance for the better / Swiss Re. 2020. URL : <https://www.swissre.com/media/press-release/nr-20200129-sigma-2020-01.html>
4. On the brink: Realizing the value of analytics in insurance / McKinsey & Company. 2023. URL : <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/on-the-brink-realizing-the-value-of-analytics-in-insurance>
5. Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Finance / OECD. Paris : OECD, 2021. URL : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/08/artificial-intelligence-machine-learning-and-big-data-in-finance_8d088cbb/98e761e7-en.pdf
6. Digital Strategy / European Insurance and Occupational Pensions Authority. 2023. URL : <https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2023-10/EIOPA%20Digital%20Strategy.pdf>
7. Become a data-driven digital insurer / Accenture. 2021. URL : <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/additional-pages-1/pdf/pdf-151/accenture-alip-analytics-march-2021.pdf>

Анна Вакулко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: vakulkoanna7@gmail.com ;*

Олена Гудзь,

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри фінансових ринків та технологій,
Державний податковий університет
email: gudzee@ukr.net*

ПРЕВЕНТИВНИЙ МОНІТОРИНГ ЦІЛЮВИХ КІБЕРЗАГРОЗ У БАНКІВСЬКОМУ СЕКТОРІ НА ОСНОВІ ІНСТРУМЕНТІВ BIG DATA

Зростаюча складність і частота кібератак на банківський сектор свідчать про обмеженість традиційних реактивних заходів безпеки. Завдяки синергії аналітики великих даних та методів машинного навчання, стає можливим проведення безперервного аналізу масивів структурованої та неструктурованої інформації в режимі реального часу. Такий проактивний підхід дозволить ідентифікувати латентні закономірності та здійснювати прогностичну оцінку майбутніх викликів. Зокрема, інтеграція штучного інтелекту та глибокого навчання в архітектуру систем прогнозу розвідки банківських установ, забезпечить превентивне виявлення латентних загроз ще до моменту їх безпосереднього виникнення, що дозволить своєчасно реагувати на аномальні явища та запобігти інцидентам до заподіяння значної шкоди.

Банківські установи перебувають під постійною загрозою цілеспрямованих (targeted) атак, які проводяться з метою крадіжки коштів або конфіденційної інформації. До переліку подібних викликів входять, як складні цілеспрямовані атаки (Advanced Persistent Threats – АРТ), так і масштабні кампанії з використанням програм-вимагачів. Їхня активність спрямована проти установ банківського сектору та має на меті несанкціоноване заволодіння конфіденційними даними, отримання викупу шляхом шантажу або дестабілізацію нормального функціонування інформаційних систем. Такі атаки часто використовують методи соціальної інженерії (фішинг, вішинг тощо) чи пошуку вразливостей у внутрішніх процесах. Зазначені чинники зумовлюють попит на предиктивні захисні рішення, робота яких базується на обробці Big Data з лог-файлів, моніторингу

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

мережевої активності та верифікації поведінкових моделей клієнтів і персоналу в межах банківських інформаційних систем. Це дозволяє формувати комплексну картину безпеки на основі різномірних джерел даних.

Акцентуємо, що прогнозна аналітика в кібербезпеці базується на статистичних методах та машинному навчанні для моделювання ймовірних атак. Ключовою перевагою підходу є реал-тайм виявлення аномалій, що дозволяє нейтралізувати загрози до їхньої ескалації. Застосування ML-алгоритмів до BigData дає банкам змогу аналізувати транзакційні шаблони й поведінку клієнтів, оперативно ідентифікуючи шахрайство. Використання технік кластеризації, класифікації та детекції аномалій забезпечує ефективне розпізнавання підозрілих патернів у великих масивах даних [2; 3].

Сучасні системи на основі Big Data використовують інструменти для обробки потокових даних (наприклад, Apache Kafka, Spark, Elasticsearch), що дозволяють відслідковувати загрози у реальному часі та миттєво реагувати на них. За допомогою таких платформ банки можуть одночасно аналізувати журнали подій, мережеві потоки та записи транзакцій, що істотно скорочує час виявлення інцидентів і підвищує швидкість реакції. Крім того, використання ІІІ у прогнозній аналітиці (наприклад, нейромережі або ансамблевих методів) посилює захист, дозволяючи системам не лише виявляти, але й передбачати можливі атаки [2].

Цікаво, що відповідні методи машинного навчання і аналітики даних уже демонструють свою ефективність на практиці. Зокрема, алгоритми SVM, рекурентні нейромережі (RNN), приховані марковські моделі (HMM) та алгоритм локального відхилення (LOF) зарекомендували себе як ефективні для виявлення кіберзагроз у цифровому банкінгу. Деякі провідні фінансові організації вже використовують подібні підходи: так, компанія Mastercard застосовує прогнозну аналітику для виявлення і блокування шахрайських операцій у своїй платіжній мережі, а Deutsche Bank використовує моделі на ґрунті машинного інтелекту для виявлення аномальних патернів у торгівлі цінними паперами. Ці приклади свідчать, що використання Big Data-аналітики сприяє переходу від реактивного реагування до проактивного захисту банківських систем [1].

У нормативно-правовому полі питання кібербезпеки банків також посилюються. Зокрема, постановою НБУ від 12.08.2022 № 178 було затверджено «Положення про організацію кіберзахисту в банківській системі України». Це положення розроблено з урахуванням національної стратегії кібербезпеки та міжнародних стандартів: згадуються Національний стандарт України ISO/IEC 27010:2018 і Регламент ЄС 2022/2554 щодо цифрової операційної стійкості фінансового сектору (DORA). НБУ рекомендує банкам впроваджувати комплексні заходи інформаційної безпеки, що передбачають моніторинг подій безпеки,

аналіз загроз та реакцію на інциденти з використанням передових ІТ-інструментів. Таким чином, нормативна база сприяє імплементації Big Data- та ML-рішень у практику банківської кібербезпеки [4].

Отже, узагальнюючи, відмітимо, що формування нової парадигми кіберзахисту у банківському секторі, де ключову роль буде відігравати інтеграція аналітичних технологій із процесами управління ризиками. Поєднання масштабованих інфраструктур обробки даних із інтелектуальними алгоритмами забезпечує перехід до систем, здатних не лише фіксувати відхилення, а й формувати обґрунтовані прогнози щодо розвитку загрозливих сценаріїв. Такий інструментарій мінімізує ризики, пов'язані з людськими помилками, та дозволяє максимально автоматизувати аналітичні операції й ухвалення рішень у сфері кіберзахисту.

Ефективність розглянутого підходу визначається не лише технологічними можливостями, а й якістю даних, міжсистемною інтеграцією та здатністю моделей адаптуватися до нових типів атак. Водночас посилення регуляторних вимог стимулює стандартизацію процесів кіберзахисту та впровадження уніфікованих практик, що сприяє підвищенню загальної стійкості банківських установ до кіберзагроз. У результаті формується комплексне середовище безпеки, в якому аналітичні інструменти стають невід'ємним елементом стратегічного управління кіберризиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Asmar M., Tuqan A. Integrating Machine Learning for Sustaining Cybersecurity in Digital Banks. *Heliyon*. 2024. P. e37571. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37571> (date of access: 27.03.2026).
2. Gandhi A. K. Big Data Meets Cybersecurity: Reinforcing Resilience in Financial Infrastructures. *International Journal of AI, BigData, Computational and Management Studies*. 2024. Vol. 5. P. 95–105. DOI : <https://doi.org/10.63282/3050-9416.ijaibdcms-v5i4p110> (date of access: 27.03.2026).
3. Hasan M. N., Papel M. S. I., Rasel I. H., Akter S., Aktar M. K., Abedin M. Z. & Mani L. Enhancing financial information security through advanced predictive analytics: A PRISMA based systematic review. *Learning Gate*. 2025. Vol. 7, no. 9. DOI : <https://doi.org/10.55214/2576-8484.v9i7.9142>
4. Про затвердження Положення про організацію кіберзахисту в банківській системі України та внесення змін до Положення про визначення об'єктів критичної інфраструктури в банківській системі України : постанова Нац. банку України від 12.08.2022 № 178 : станом на 8 лип. 2025 р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0178500-22#Text> (дата звернення: 27.03.2026).

Аліса Ваховська,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: alisavahovskaa16@gmail.com ;*

Антоніна Болдова,

*кандидат педагогічних наук, доцент,
кафедра фінансових ринків та технологій,
Державний податковий університет
email: boldova_antonina@ukr.net*

РОЛЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДАНИХ (SOCIAL MEDIA, GEODATA) В КРЕДИТНОМУ СКОРИНГУ

Альтернативні дані, зокрема інформація із соціальних мереж та геолокаційні дані, поступово стають важливим інструментом у кредитному скорингу. Вони відкривають нові можливості для оцінки платоспроможності клієнтів, особливо тих, хто не має традиційної кредитної історії («кредитно невидимих») [4], і водночас підвищують точність прогностичних моделей. Проте їх використання супроводжується значними викликами у сфері етики, захисту даних та правового регулювання.

Традиційні скорингові моделі базуються на даних кредитних бюро та банківській інформації (історія кредитів, депозити тощо). Однак значна частка населення не має такої історії, що обмежує доступ до фінансових послуг. Альтернативні дані, або «цифровий слід» [1] користувача, можуть частково вирішити цю проблему. До них належать як фінансові (транзакційна активність, регулярність платежів), так і нефінансові дані (поведінкові патерни, соціальна активність, геолокація) [2].

Дослідження підтверджують, що інтеграція альтернативних даних у скорингові моделі покращує їх ефективність. Зокрема, використання інформації із соціальних мереж, регіональних характеристик та поведінкових факторів дозволяє підвищити значення AUC та точність класифікації [2]. Такі дані забезпечують більш повну картину поведінки позичальника, що сприяє зниженню рівня дефолтів і збільшенню частки схвалених кредитних заявок.

Розвиток мобільних технологій і цифрових платформ значно розширює обсяги доступних даних. Фінтех-компанії активно використовують інформацію

про освіту, зайнятість, соціальні зв'язки та активність користувачів для побудови скорингових моделей. Це дозволяє прискорити процес ухвалення рішень і розширити клієнтську базу. Крім того, використання альтернативних даних сприяє створенню нових фінансових продуктів і більш гнучких моделей оцінки ризику.

Водночас використання таких даних пов'язане з низкою ризиків. Насамперед це питання конфіденційності. Дані із соціальних мереж і геолокації можуть містити чутливу інформацію про особу, її поведінку та оточення. Їх збір і обробка без належної згоди користувача можуть призвести до порушення прав на приватність, витоку інформації або зловживань з боку кредиторів.

Існує також ризик алгоритмічної упередженості [4]. Ознаки, отримані із соціальних мереж або геоданих, можуть корелювати з чутливими характеристиками (рівень доходу, місце проживання, соціальний статус), що призводить до непрямой дискримінації. Це може посилювати соціальну нерівність і обмежувати доступ до фінансових послуг для окремих груп населення. Тому важливим є впровадження механізмів аудиту моделей та перевірки їх на справедливість.

Додатковою проблемою є якість і структура даних, інформація із соціальних мереж часто є неструктурованою, містить шум і може бути штучно викривлена. Геолокаційні дані також можуть бути неповними або неточними. Це вимагає застосування складних методів обробки даних, зокрема машинного навчання, що підвищує вартість і складність впровадження таких систем [3].

Регуляторне середовище залишається неоднозначним, наприклад, у багатьох країнах відсутні чіткі норми щодо використання альтернативних даних у кредитному скорингу [1]. Законодавство у сфері захисту даних, зокрема європейські норми, вимагає прозорості, мінімізації збору інформації та обов'язкової згоди користувачів. Регулятори загалом займають обережну позицію, обмежуючи використання найбільш ризикованих джерел даних і висуваючи вимоги до прозорості алгоритмів.

Використання альтернативних даних передбачає кілька етапів: збір, очищення, трансформацію та інтеграцію у скорингові моделі. Дані із соціальних мереж можуть включати інформацію про активність користувача, соціальні зв'язки, інтереси та професійний профіль. Геодані аналізуються з точки зору стабільності місця проживання, мобільності та поведінкових патернів. Усі ці показники перетворюються на ознаки, які використовуються у моделях машинного навчання [5].

Для побудови скорингових систем застосовуються різні алгоритми: логістична регресія, дерева рішень, ансамблеві методи, нейронні мережі. Оцінка

ефективності моделей здійснюється за допомогою стандартних метрик (AUC, точність, рівень схвалення заявок) [5]. Важливими є також процедури валідації та перевірки узагальнюваності моделей.

З урахуванням зазначених ризиків банки та фінтех-компанії повинні впроваджувати комплексні підходи до управління даними. Це включає забезпечення інформованої згоди клієнтів, захист персональних даних, регулярний аудит моделей на предмет упередженості та відповідності регуляторним вимогам. Додатково необхідно забезпечити прозорість алгоритмів і можливість пояснення прийнятих рішень.

Отже, альтернативні дані мають значний потенціал для підвищення ефективності кредитного скорингу та розширення фінансової інклюзії. Вони дозволяють оцінювати платоспроможність клієнтів, які раніше залишалися поза увагою традиційних систем. Проте їх використання потребує обережного та відповідального підходу. Лише за умови дотримання принципів етики, захисту даних і прозорості можна забезпечити баланс між інноваціями та довірою користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Болдова А., Ваховська А. Розвиток сучасних моделей фінансування в Україні та світі (на прикладі bnpl (buy now, pay later): причини популярності, наслідки, проблеми. *Збірник наукових праць Державного податкового університету*. 2025. № 1. С. 11–15. DOI : <https://doi.org/10.32782/2617-5940.1.2025.2> (дата звернення: 14.04.2026).
2. Моделювання ризику при кредитуванні онлайн. *DSpace Repository / Electronic Kyiv-Mohyla Academy Institutional Repository*. URL : <https://ekmair.ukma.edu.ua/items/0019e88e-1312-4cdc-a2af-1b8997602366> (дата звернення: 14.04.2026).
3. Оніщенко С., Березовик В., Бабенко-Левада В. Оцінка стратегій управління кредитними ризиками в банках України. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-107> (дата звернення: 14.04.2026).
4. Сироветник Б., Кісь Я. Застосування глибинного навчання для прогнозування кредитних ризиків у банківській сфері. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2025. Т. 351, № 3.1. С. 468–472. DOI : <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-59> (дата звернення: 14.04.2026).
5. Development of lending channels in the context of transition to a digital economy / Р. К. Bechko та ін. *Collected works of uman national university of horticulture*. 2023. Т. 2, № 103. С. 106–116. DOI : <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-2-106-116> (дата звернення: 14.04.2026).

Олександр Гриценко,

студент, Ірпінський фаховий коледж економіки та права

email: hrytsenko@ifker.ukr.education ;

Анастасія Притиченко,

викладач, Ірпінський фаховий коледж економіки та права

email: aprytychenko@ifker.ukr.education

ОСОБЛИВОСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВЕБЗАСТОСУНКІВ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦИФРОВИХ СЕРВІСІВ

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки важливу роль відіграють вебзастосунки, які забезпечують надання інформаційних, фінансових та інших цифрових послуг. Одним із ключових факторів підвищення ефективності таких сервісів є їх адаптація до потреб користувачів, зокрема шляхом локалізації інтерфейсу. Локалізація вебзастосунків передбачає адаптацію програмного продукту до мовних, культурних та регіональних особливостей користувачів. Вона включає переклад текстового контенту, зміну форматів дат, часу, валют, а також урахування культурних аспектів сприйняття інформації [2]. Це дозволяє зробити взаємодію користувача з вебресурсом більш зрозумілою, зручною та ефективною. Особливу роль локалізація відіграє у формуванні користувацького досвіду (UX) [4]. Сучасні тенденції розвитку вебзастосунків свідчать про зростаючу роль персоналізації та адаптивності інтерфейсів, що безпосередньо пов'язано з процесами локалізації. Орієнтація на користувача з урахуванням його мовних і культурних особливостей дозволяє створювати інтуїтивно зрозумілі та ефективні цифрові сервіси.

Важливим аспектом локалізації є забезпечення доступності вебзастосунків для різних категорій користувачів. Це включає врахування рівня цифрової грамотності, а також потреб людей з обмеженими можливостями. Зокрема, адаптуються кольорові схеми, шрифти, структура навігації та інші елементи інтерфейсу. Інтерфейс, представлений рідною мовою користувача, підвищує рівень довіри до цифрового сервісу та зменшує ймовірність помилок під час його використання. Водночас відсутність локалізації або її низька якість можуть призвести до втрати користувачів і зниження ефективності взаємодії. Важливим аспектом дослідження є визначення технічних та культурних особливостей локалізації вебзастосунків. Зокрема, значна увага приділяється адаптації інтерфейсу користувача (UI/UX) [4]. Це передбачає врахування різної довжини текстових елементів у різних мовах, а також напрямку письма (LTR/RTL), що впливає на

структуру інтерфейсу. Не менш важливим є забезпечення коректного відображення локальних форматів даних, таких як валюта, дата, час, системи вимірювання та номери телефонів відповідно до регіональних стандартів. Це значно підвищує зручність використання вебзастосунку та зменшує кількість помилок користувачів. Окрему роль відіграє врахування культурного контексту. Адаптація візуального контенту, кольорових рішень та символіки дозволяє уникнути неправильного сприйняття інформації користувачами з різних культурних середовищ, що є важливим для формування позитивного користувацького досвіду [3].

У межах дослідження було проаналізовано вплив локалізації на ефективність вебзастосунків на прикладі багатомовних інформаційних ресурсів. Встановлено, що наявність декількох мовних версій інтерфейсу сприяє збільшенню часу перебування користувачів на сайті, зниженню показника відмов та підвищенню рівня взаємодії з контентом. Крім того, локалізація має значний вплив на економічні показники цифрових сервісів. Для електронної комерції це проявляється у зростанні кількості транзакцій, а для інформаційних ресурсів – у збільшенні аудиторії та рівня залученості користувачів. Таким чином, локалізація виступає не лише технічним, але й стратегічним інструментом розвитку цифрових продуктів. З точки зору ефективності цифрових сервісів, локалізація впливає на ключові показники продуктивності. Зокрема, зменшення когнітивного навантаження на користувача сприяє зростанню конверсії (CR), оскільки спрощує процес прийняття рішень щодо цільових дій. Також локалізація позитивно впливає на SEO-показники вебресурсів, що забезпечує збільшення органічного трафіку. Зрозумілий інтерфейс дозволяє зменшити кількість звернень до служби підтримки, що знижує операційні витрати. Важливим економічним показником є Lifetime Value (LTV), який відображає довгострокову цінність користувача. Персоналізований та локалізований досвід сприяє формуванню лояльності та підвищенню рівня утримання користувачів [1].

Окрему роль у процесі локалізації відіграють сучасні технології, зокрема штучний інтелект. У сучасних вебзастосунках активно використовуються інструменти автоматичного перекладу та аналізу контенту, що дозволяє прискорити адаптацію продуктів до різних ринків. Водночас такі рішення не завжди враховують культурні особливості, тому потребують додаткового контролю з боку людини. Практична реалізація локалізації передбачає використання систем керування контентом, бібліотек інтернаціоналізації та інших технологічних інструментів. Важливою умовою є забезпечення якості перекладу та коректної адаптації інтерфейсу з урахуванням контексту використання. Разом з тим, незважаючи на розвиток автоматизованих рішень, важливу роль продовжує

відігравати людський фактор. Сучасні підходи до локалізації вебзастосунків передбачають використання багаторівневої структури, що включає мовну, технічну, культурну та функціональну адаптацію цифрових продуктів. Такий підхід дозволяє забезпечити більш точне відображення контенту та відповідність очікуванням користувачів у різних регіонах. Важливу роль відіграє також застосування технологій інтернаціоналізації (i18n), які дозволяють відокремлювати текстовий контент від програмного коду та спрощують процес масштабування вебзастосунків на різні ринки. Додатково використовуються системи керування контентом (CMS) та API автоматичного перекладу, що значно прискорює процес локалізації. А сам процес локалізації супроводжується певними проблемами, серед яких можна виділити неточності автоматичного перекладу, культурні невідповідності та складність підтримки багатомовних систем. Саме тому важливим є поєднання автоматизованих рішень із ручною перевіркою контенту. Якість локалізації значною мірою залежить від врахування культурних особливостей та поведінкових характеристик користувачів. Отримані результати підтверджують, що локалізація вебзастосунків є важливим чинником підвищення ефективності цифрових сервісів. Адаптація інтерфейсу до потреб користувачів сприяє покращенню користувацького досвіду, підвищенню рівня довіри та ефективності використання вебресурсів [3]. Вебзастосунки суттєво підвищують ефективність цифрових сервісів, забезпечуючи швидкий доступ до послуг, автоматизацію процесів, підвищення безпеки та покращення взаємодії з користувачем. Їх впровадження оптимізує бізнес-процеси, медичне обслуговування та освітні методики, що робить цифрові послуги більш адаптивними.

Таким чином, впровадження локалізації є необхідною умовою успішного функціонування вебзастосунків у сучасному цифровому середовищі. Ефективна локалізація потребує комплексного підходу, що поєднує сучасні технології, аналітичні методи та врахування поведінкових особливостей користувачів, що забезпечує конкурентоспроможність цифрових продуктів на глобальному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Localization and UX: Designing for Global Users / Nielsen Norman Group. 2022. URL : <https://www.nngroup.com> (дата звернення: 10.04.2026).
2. Цифровізація громадських послуг як чинник підвищення ефективності державного управління. *Scientific Collection "InterConf+"*. 2023. № 38. URL : <https://eu-scientists.com> (дата звернення: 10.04.2026).

**III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених:
Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики**

3. Інклюзивний вебдизайн: стандарти та цифрові інструменти тестування доступності вебсайтів. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2023. URL : <https://journals.kntu.kherson.ua> (дата звернення: 10.04.2026).

4. Garrett J. J. The Elements of User Experience. Berkeley : New Riders, 2011. 192 p.

Максим Грушко,

викладач, Ірпінський фаховий коледж економіки та права

email: hrushko@ifker.ukr.education ;

Валентина Калусенко,

викладач, Ірпінський фаховий коледж економіки та права

email: vvkalusenko@ukr.net

АЛГОРИТМІЧНІ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ВІРТУАЛЬНИХ АКТИВІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Процеси трансформації у сфері традиційних фінансів та інтенсивна розбудова індустрії віртуальних активів формують об'єктивну потребу у впровадженні прогресивних методів менеджменту капіталу. Через суттєву волатильність, притаманну криптоактивам, класичні моделі статичного розподілу інвестицій стають малоефективними. У зв'язку з цим, науковий пошук зосереджується на розробці адаптивних (динамічних) стратегій управління, що спираються на інтелектуальний аналіз великих масивів даних (Big Data). Це є необхідною умовою для забезпечення життєздатності та стабільності інвестиційних портфелів у межах цифрової економіки.

Упродовж кількох останніх років ринок віртуальних активів утвердився як вагомий сегмент загальної цифрової економіки України.

Експертне середовище визначає низку стратегічних трендів, які виступатимуть ключовими драйверами розвитку українського крипторинку в десятирічній перспективі. Зокрема, йдеться про токенизацію матеріальних активів, перехід до децентралізованих моделей довіри, діджиталізацію регулювання та інтеграцію цифрових валют центробанків. Окрім того, визначальними факторами стануть розвиток децентралізованих фінансів (DeFi), посилення контролю за персональними даними, трансформація бізнес-моделей у бік споживання за підпискою, а також посилення глобалізації та актуалізація питань кіберзахисту [1].

Динамічна еволюція алгоритмів машинного навчання та їхня інтеграція у фінансовий сектор протягом останніх років супроводжується стрімким зростанням обсягів наукових публікацій за цим напрямом. Поява прогресивних методів глибокого навчання та технологій обробки природної мови (NLP) значно посилила інтерес до використання штучного інтелекту в задачах аналізу та прогнозування показників фінансового ринку. Фундаментальні типи та принципи машинного навчання, адаптовані до фінансових масивів, зокрема методи регресії,

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

класифікації та кластеризації, докладно розглянуті в освітніх ресурсах DataCamp. Саме ці базові інструменти створюють підґрунтя для розробки високорівневих систем фінансової аналітики [2, с. 62].

Сутність цифрової економіки розкривається через комплекс соціально-економічних та культурних взаємодій, що фундаментально базуються на застосуванні сучасних інформаційно-комунікаційних систем. Безпосередньо процес цифровізації реалізується шляхом комплексної автоматизації операційної діяльності та вдосконалення методів обробки інформації. Рушійною силою цих трансформацій є впровадження таких інноваційних інструментів, як технології великих даних (Big Data), інтернет речей (IoT), штучний інтелект із машинним навчанням, блокчейн-архітектура, штучні нейронні мережі, технології хмарних обчислень, віртуальна реальність та передові моніторингові системи [3, с. 40].

Впровадження алгоритмічних моделей машинного навчання сприяє ефективному пошуку аномалій, кореляцій та трендів, дозволяючи генерувати кастомізовані рекомендації для клієнтів. Одним із базових підходів тут є регресія: на основі історичних даних лінійні та логістичні регресійні моделі дають змогу передбачати ключові фінансові метрики, серед яких котирування акцій, прибутки та рівень заощаджень. Не менш значущою є задача класифікації, орієнтована на категоризацію даних. Аналіз користувацьких дій дозволяє розмежовувати операції на типові та потенційно ризикові, що є основою сучасних антифрод-систем. Крім того, інструменти кластеризації, такі як метод k-середніх чи ієрархічний підхід, застосовуються для об'єднання споживачів у групи на основі подібності їхніх фінансових звичок [2, с. 65].

Передбачення фінансових індикаторів виступає одним із пріоритетних завдань у галузі фінансового аналізу та управління капіталом. Інтеграція новітніх систем штучного інтелекту (AI) дозволила вивести цей процес на новий рівень точності, ефективності та автономності. Завдяки III фахівці отримали змогу опрацьовувати надвеликі обсяги інформації, ідентифікувати складні кореляції між показниками та формувати гнучкі прогностичні моделі, що миттєво реагують на зміни ринкової кон'юнктури. Фундаментом такого прогнозування є технології аналізу великих даних (Big Data Analytics), а також алгоритми машинного (Machine Learning, ML) та глибокого (Deep Learning) навчання. Для максимально об'єктивної оцінки майбутніх фінансових метрик застосовується широкий спектр методів. Зокрема, обчислення кількісних параметрів – таких як біржові котирування, прибутковість чи обсяги реалізації — здебільшого реалізується через регресійні алгоритми. У фінансовій практиці домінує кілька їхніх типів. Базова аналітика традиційно спирається на лінійну регресію (Linear

Regression) як на найбільш зрозумілий метод. Водночас для роботи з нелінійними даними, де зв'язки між критеріями є неочевидними, доцільно використовувати регресію на базі дерев рішень (Decision Tree Regression). Окремо варто виділити регресію градієнтного бустингу (Gradient Boosting Regression) – надзвичайно потужний інструмент, що гарантує високу точність передбачень за рахунок поетапного навчання та безперервної оптимізації моделі [2, с. 63].

Методи економіко-математичного моделювання виступають дієвим базисом для визначення оптимальних напрямів і сценаріїв соціально-економічного становлення як цифрової економіки в цілому, так і окремих високотехнологічних («розумних») індустрій та підприємств. Завдяки цьому підходу можна не лише вивчати специфіку цих систем, але й завчасно прогнозувати потенційні ускладнення чи помилки в їхній роботі. Значні перспективи вбачаються у залученні вдосконалених виробничих функцій, які дають змогу підтвердити якісні зрушення у виробничих факторах. Відповідно, такі моделі здатні точно виміряти консолідований вплив класичного капіталу, трудових ресурсів та інноваційного «цифрового» фактора на обсяги створеної доданої вартості [3, с. 44].

Сьогодні управління інвестиційними портфелями відбувається в умовах підвищеної динамічності, що генерує потребу в безперервному аналізі поточних даних онлайн. Ключовим фактором оптимізації управлінських рішень стає впровадження провідних цифрових екосистем та аналітичного програмного забезпечення. Зокрема, процедури моніторингу ринкових індикаторів та ребалансування активів успішно автоматизуються завдяки застосуванню мов програмування R та Python у поєднанні з потужними ML-бібліотеками (TensorFlow, Scikit-learn). Водночас залучення нейромереж для роботи з часовими рядами суттєво мінімізує витрати часу на проведення технічного аналізу, допомагаючи знаходити неочевидні тренди в русі котирувань. Для превентивної оцінки портфельних ризиків задіюються алгоритми інтелектуального аналізу шляхом симуляції стрес-тестів, а синергія з такими BI-системами, як Tableau чи Power BI, гарантує якісне візуальне подання ключових метрик ефективності та загальної структури капіталу.

Спеціалізоване аналітичне програмне забезпечення та цифрові екосистеми виступають фундаментальним чинником покращення якості управлінських рішень. Які доводять актуальні наукові розвідки, поєднані математичним моделюванням з новітніми цифровими технологіями демонструючи високу результативність. Яскравим прикладом є застосування теорії напівмарковських випадкових процесів для формалізації поведінки динамічних систем у середовищі з високим рівнем ринкової невизначеності [4, с. 94]. Якщо розглядати цей

підхід крізь призму менеджменту портфелів віртуальних активів, він відкриває шлях до створення гнучких стохастичних моделей, здатних миттєво підлаштуватися під зміни кон'юнктури. Втілення таких алгоритмів на практиці здійснюється за допомогою інструментарію Python і R (зокрема, через фреймворки TensorFlow та Scikit-learn). Це дає змогу ефективно автоматизувати процедуру ребалансування інвестицій шляхом розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації [4, с. 94].

Отже, інтелектуальний аналіз даних та алгоритмічні стратегії стають фундаментом для ефективного управління портфелями віртуальних активів. Використання методів регресійного аналізу та машинного навчання дозволяє не лише прогнозувати цінову динаміку, а й динамічно адаптувати структуру портфеля до умов високої волатильності цифрового ринку. Розвиток таких підходів є стратегічно важливим для інтеграції України у глобальну цифрову фінансову систему та забезпечення стійкості інвестицій в умовах економічної невизначеності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Форсайт «Віртуальні активи в Україні – 2030». URL : <https://drive.google.com/file/d/1sFKyvoVC9jF-TkvyD-bsGH0X0CxTdvaR/view>
2. Огляд алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу та обробки фінансових даних / Т. А. Вакалюк та ін. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. Т. 2, № 2 (93). С. 60–66. DOI : <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.2.2.7> (дата звернення: 08.04.2026).
3. Філіпковська Л. О. Перспективи економіко-математичного моделювання в цифровій економіці / Наукові конференції. URL : <http://www.spilnota.net.ua/ua/article/id-4302/> (дата звернення: 08.04.2026).
4. Цифрова економіка : зб. матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 5–6 червня 2025 р. К. : КНЕУ, 2025. 1101 с. DOI : <https://doi.org/10.33111/978-966-926-559-3>

Юлія Дзігора,

*аналітик відділу бізнес-аналізу комерційного департаменту ТОВ «Експансія»,
магістр математики
email: youpera@gmail.com*

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В КОРПОРАТИВНІЙ АНАЛІТИЦІ: ЯК МАТЕМАТИКА СТРУКТУРУЄ ХАОС

Сьогодні професія аналітика великих даних (Big Data) не просто очолює рейтинги найпопулярніших спеціальностей, а й визначає розвиток ринку праці на найближче десятиліття [1]. Стрімкий розвиток інструментів штучного інтелекту (AI) не становить загрози для живих спеціалістів; навпаки – він створює нову хвилю можливостей. Фахівців, які виконують лише механічну роботу, ця хвиля може «накрити з головою», проте досвідченого аналітика вона підіймає на новий рівень. Головне – «підкорити хвилю» як серфінгіст, тобто навчитися використовувати ці інструменти як підсилювач власної експертизи, а не очікувати, що вони виконають роботу замість людини [2].

Корпоративні аналітики – це фахівці, що зосереджуються на стратегії, інноваціях та цінностях корпорацій. Інформація далі стосуватиметься моделювання в бізнес-аналітиці – однієї з розгалужень корпоративної аналітики, що відповідає за процес аналізу інформації для прийняття бізнесових рішень. Крім моделювання вона охоплює методи збирання та оброблення інформації, оцінювання ризиків і прогнозування допомогою інформаційних і телекомунікаційних технологій [3].

У сучасних реаліях Big Data аналітик – це архітектор даних, який серед багатомільйонних таблиць формує фундамент для бізнес-рішень. Це фахівець, який перекладає питання, сформульовані природною мовою, у чітку математичну модель. Саме модель дозволяє отримати не просто припущення, а доказову відповідь, на основі якої компанія може діяти.

Математичне моделювання є наріжним каменем професії. Його основи знайомі кожному ще зі школи – від перших задач на логіку до складних систем рівнянь. Проте для роботи з великими даними не обов'язково знати всю вищу математику; аналітику важливо опанувати конкретні напрямки. Найціннішим інструментарієм у Big Data аналітиці є методи статистики та дискретної математики, які дозволяють структурувати хаос і знаходити закономірності там, де їх не бачить людське око.

Я працюю у сфері комерційного та маркетингового аналізу, тому фундамент моєї роботи з Big Data складають прості та зрозумілі кожному документи: чеки, накладні, транзакції. Проте, якщо ми замислимося над масштабами, то побачимо вражаючу картину. Скільки тисяч чеків обробляє великий бізнес за один день? А для побудови ефективної стратегії аналітику необхідно оперувати даними за рік, два або навіть п'ять років.

Так утворюються масиви даних на сотні мільйонів рядків. Для стороннього спостерігача ці «полотна» таблиць виглядають майже нечитабельними. Це пояснюється тим, що в професійній аналітиці ми працюємо з нормалізованими базами даних. Насправді така таблиця – це матриця ідентифікаторів, де кожен рядок є вектором атрибутів операції: мітки часу, типу документа, ідентифікатора філії, статусу транзакції тощо.

У такому масштабі класичне «читання» даних стає неможливим. Дивитися кожен рядок окремо немає ні потреби, ні фізичного часу. Аналітик перестає бачити окремі транзакції – він починає бачити математичні закономірності в розподілах цих ідентифікаторів.

Таблиці, що містять фактичні дані про продажі та складаються із зазначених вище ідентифікаторів і числових показників (суми, кількості), ми називаємо фактовими таблицями (fact tables). Натомість таблиці-довідники, що містять розшифровку унікальних ідентифікаторів у текстові значення та описують їхні атрибути, називаються таблицями-вимірами (dimensional tables).

Саме тут відбувається перехід від табличного представлення до геометричного, адже основні атрибути комерційних даних – дата, філія та товар – утворюють умовний тривимірний простір для фактових даних. У сфері інтелектуального аналізу даних (Data Science) такий підхід до організації інформації називається «аналітичним кубом» [4].

Ця концепція дозволяє нам дивитися на дані не як на плаский перелік операцій, а як на точку в багатовимірному просторі. Кожна транзакція – це координата, де перетинаються час, місце та об'єкт. Таке представлення відкриває шлях до складних кількісних методів аналізу, оскільки ми починаємо оперувати поняттями просторової логіки та векторних зміщень, замість простого перегляду рядків.

Загальна павутина зв'язків між фактовими таблицями та таблицями-вимірами є яскравим прикладом графової структури [5]. У цій архітектурі вузли (таблиці) поєднані між собою ключами-ідентифікаторами, створюючи складну мережу взаємозалежностей. Оскільки ці дані зберігаються в реляційних базах даних, основним інструментом для оперування ними є СУБД та мова SQL (Structured Query Language).

Саме на цьому етапі починається справжнє моделювання. Важливо розуміти, що написання SQL-запитів – це не просто технічна навичка, а базовий мінімум для проектування логіки аналізу. Коли вивчення окремих рядків втрачає сенс через їхню колосальну кількість, у хід іде стовпчиковий підхід.

SQL-запит, який розраховує пікові продажі за унікальним ідентифікатором товару (з деталізацією за філіями, датами чи сегментами), виконує цю операцію як для 10 тисяч, так і для 10 мільйонів рядків: логіка запиту масштабується, але обчислювальна складність залежить від обсягу даних. Це стає можливим тому, що алгоритм оперує даними як векторами. Аналітик задає правила взаємодії між цими векторами, а система обчислює результат, ігноруючи людський масштаб сприйняття на користь математичної системності [6].

У сучасному цифровому світі пуш-повідомлення, персональні пропозиції у застосунках та електронні листи є невід'ємною ознакою комерційної взаємодії з клієнтом. Проте за кожним таким «сповіщенням» стоїть багатокрокова система кількісного аналізу.

Актуальність математичного моделювання в цій сфері зумовлена двома критичними факторами:

- економічна доцільність: залежно від каналу розсилки (наприклад, SMS), кожне повідомлення має свою собівартість. Бездумне охоплення всієї бази призводить до неефективних витрат бюджету;

- управління лояльністю: надмірна кількість нерелевантних повідомлень («інформаційний шум») викликає негативну реакцію аудиторії, що може призвести до відтоку клієнтів.

Саме тому завдання аналітика – за допомогою математичних методів виділити з багатомільйонного «куба» даних лише ту вузьку групу об'єктів, для яких пропозиція буде максимально релевантною. Ми маємо перетворити масив даних на точний інструмент комунікації, де кожне повідомлення є результатом обчислення ймовірності відгуку.

З точки зору задачі на визначення цільової аудиторії (наприклад, виділення пулу клієнтів, які регулярно купували певну категорію товарів, але припинили активність у заданий проміжок часу), побудова моделі перетворюється на створення «математичного сита». Ми застосовуємо апарат булевої алгебри для прецизійної фільтрації великих масивів даних.

Особливо цікавим і практично значущим методом є пошук «інформаційної порожнечі» (основа cross-sell логіки). Використовуючи операції кон'юнкції (AND) та логічного заперечення (NOT), ми ідентифікуємо елементи, що мають певний набір ознак у своєму профілі, але в яких відсутні інші критично важливі атрибути [7].

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

Математично це можна описати як операцію над множинами: ми шукаємо перетин множин лояльності та зацікавленості, з якого виключаємо множину поточної активності:

$$(A \cap B) \setminus C,$$

де $A \subseteq U$ – набір клієнтів, що робили покупки визначеної категорії у період часу T_1 ,

$B \subseteq U$ – набір клієнтів, що робили регулярні покупки у період часу T_1 (тут має бути визначений бізнесом для цієї задачі критерій регулярності – скільки покупок протягом скількох місяців та на яку середню / мінімальну суму було зроблено щоб покупець вважався регулярним).

$C \subseteq U$ – це всі покупки, що робили покупки у визначений період часу T_2 ,

$T_1 \neq T_2$, T_1 – історичний період, T_2 – поточний період,

U – множина всіх покупців мережі.

Таким чином, аналітик не займається припущеннями чи вгадуванням потреб. Ми математично детермінуємо прогалини в цифровому профілі споживача. Це дозволяє перетворити відсутність даних (порожнечу) на цінну інформацію, яка стає основою для персоналізованої комунікації.

Математика в корпоративній аналітиці – це інструмент ефективності. Вона дозволяє бізнесу бути доречним, не створюючи зайвого інформаційного шуму.

Важливо пам'ятати: інструменти (програми, мови запитів) можуть змінюватися, але математична логіка побудови моделі реальності залишається незмінною. Саме вона перетворює хаос цифр на фундамент для прийняття стратегічних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Топ-12 професій, що будуть затребувані в наступні 10 років: дослідження / Finance.ua. 2023. URL : <https://news.finance.ua/ua/top-12-profesiy-shho-budut-zatrebuvani-v-nastupni-10-rokiv-doslidzhennya> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Шорніков А. В. Сучасні інформаційні технології аналізу даних та підтримки прийняття рішень : дис. ... канд. техн. наук. Полтава : ПУЕТ, 2022.
3. Одрехівський М. В., Пшик-Ковальська О. О. Значення та структура корпоративної аналітики бізнесу в умовах воєнного стану. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2023. Вип. 5, № 1. С. 221–227.

4. Дяченко О. Ф. Математичні основи баз даних : навч. посіб. Маріуполь : МДУ ; Вінниця : Твори, 2020. 136 с.
5. Берко А. Ю., Верес О. М., Пасічник В. В. Системи баз даних та знань : навч. посіб. Кн. 2 : Системи управління базами даних та знань. Львів : Магнолія, 2021. 584 с.
6. Korotkevitch D. SQL Server Advanced Troubleshooting and Performance Tuning. Best Practices and Techniques. USA : O'Reilly Media, 2022. 500 p.
7. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів : підручник / С. В. Козир та ін. Дніпро : НТУ «ДП», 2022. 163 с.

Максим Житар,

*доктор економічних наук, професор,
декан факультету менеджменту, фінансів та маркетингу,
ДУ «Київський авіаційний інститут»
email: zhytarmaksym@gmail.com*

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ESG-АНАЛІТИКИ В БАНКІВСЬКОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ

Цифровізація фінансового сектору України у 2022–2025 рр. перейшла від етапу впровадження окремих технологій до системної трансформації бізнес-моделей банків, що проявляється у зростанні частки безготівкових операцій до понад 60 %, а також у домінуванні дистанційних каналів обслуговування, які в окремих банках перевищують 80 % транзакцій. У таких умовах ключовим викликом стає інтеграція ESG-факторів у фінансову діяльність, оскільки вони безпосередньо впливають на кредитні ризики, вартість ресурсів та довгострокову стійкість фінансових установ. За результатами опитування Національного банку України, близько 75 % банків уже відчувають вплив кліматичних ризиків на свою діяльність, однак лише близько 30 % інтегрували їх у систему управління ризиками, що свідчить про наявність суттєвого розриву між ідентифікацією ризиків та їх кількісною оцінкою [1].

Сучасні цифрові технології дозволяють перейти до вимірюваної моделі ESG-аналізу, яка базується на використанні великих даних, машинного навчання та автоматизованих скорингових систем. У цьому контексті доцільним є застосування інтегрального ESG-індексу банку, який формується на основі трьох груп показників: екологічних (вуглецева інтенсивність кредитного портфеля, частка «зелених» активів, ризик втрати застави через фізичні фактори), соціальних (рівень фінансової інклюзії, частка кредитування малого та середнього бізнесу, доступність фінансових послуг) та управлінських (наявність ESG-політики, рівень розкриття інформації, інтеграція ESG у кредитний скоринг). Розрахунки свідчать, що банки з високим значенням ESG-індексу (понад 0,7) демонструють зниження частки проблемних кредитів у середньому на 5–8 %, а також мають нижчу вартість фіндування на 0,5–1,2 відсоткових пункти порівняно з установами, які не інтегрують ESG-підходи у свою діяльність [2].

Використання цифрових інструментів значно підвищує точність оцінки ESG-ризиків. Зокрема, застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати ймовірність дефолту з урахуванням ESG-факторів із точністю до

80–85 %, що перевищує традиційні скорингові моделі на 10–15 %. Використання супутникових даних та геоаналітики дає змогу оцінювати фізичні ризики активів у режимі реального часу, що є критично важливим для аграрного та енергетичного секторів. Водночас обробка неструктурованих даних (звітів, новин, корпоративної інформації) за допомогою технологій обробки природної мови дозволяє формувати ESG-профіль позичальника без додаткового навантаження на бізнес [3].

Незважаючи на наявність технологічних можливостей, рівень інтеграції ESG у фінансову діяльність банків України залишається обмеженим. ESG-фактори практично не враховуються у більшості кредитних договорів, а їх вплив не включається у параметри оцінки кредитного ризику, що знижує ефективність ризик-менеджменту. Крім того, відсутність стандартизованих ESG-даних та єдиних підходів до їх обробки обмежує можливості порівняння фінансових установ та ускладнює прийняття управлінських рішень. Витрати на впровадження ESG-аналітики також залишаються значними і можуть досягати 5–7 % ІТ-бюджету банків, що стримує активність малих і середніх фінансових установ [4].

У контексті післявоєнного відновлення економіки України значення цифрових ESG-інструментів зростатиме, оскільки, за оцінками міжнародних організацій, до 30–40 % інвестицій буде спрямовано у проєкти сталого розвитку, що потребують прозорості та кількісно обґрунтованої оцінки. У цих умовах доцільним є впровадження обов'язкового ESG-скорингу для великих кредитів, створення централізованої бази ESG-даних позичальників, а також інтеграція ESG-факторів у систему ризик-апетиту банків. Додатковим стимулом може стати регуляторна підтримка, зокрема зниження вимог до резервування для «зелених» активів, що сприятиме активізації сталого фінансування [5].

Таким чином, цифровізація фінансового сектору створює передумови для переходу до нової моделі управління ризиками, у якій ESG-фактори стають невід'ємною складовою фінансових рішень. Встановлено, що використання цифрових інструментів ESG-аналітики дозволяє не лише підвищити точність оцінки ризиків, але й забезпечити зниження вартості ресурсів, покращення якості кредитного портфеля та підвищення стійкості банківської системи в умовах невизначеності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Політика з розвитку сталого фінансування / Національний банк України. 2026.
2. Climate Risk and Financial Stability / IMF. 2024.

3. Green Finance Development Report / World Bank. 2025.
4. Zhytar, M. ESG тренди у фінансовій діяльності компаній: ключові напрямки та рекомендації. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2024. № 2 (14). С. 87–95. DOI : <http://doi.org/10.32750/2024-0209> ; URL : <https://journal.eae.com.ua/index.php/journal/article/view/308>
5. Житар М. Глобальні тренди та виклики впровадження ESG-стандартів у фінансові стратегії компаній: інтеграція, адаптація та оцінка ефективності. *Фінансово-кредитні системи: перспективи розвитку*. 2025. № 1 (16). С. 33–42. DOI : <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2025-1-03>

Дмитро Зарезенко,

*магістр комп'ютерних наук, аспірант кафедри обчислювальної техніки,
Вінницький національний технічний університет
email: dmytro.zarezenko@gmail.com*

МЕТОДИ МАСШТАБОВАНОГО ЗБЕРІГАННЯ ТА ЗАХИСТУ ФІНАНСОВИХ ДАНИХ У СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕЄСТРУ

Цифрова трансформація фінансового сектору зумовлює широке впровадження технологій розподіленого реєстру (DLT), які забезпечують цілісність, доступність та незмінність даних і слугують архітектурною основою для платіжних сервісів, платформ управління активами та децентралізованих фінансів. Попри переваги у вигляді підвищеної довіри до даних, прозорості транзакцій і зниження залежності від посередників, DLT-системи стикаються з проблемами масштабованості, конфіденційності та консенсусу, що є критичними в умовах високих вимог фінансових застосувань до продуктивності й безпеки [1].

Однією з ключових характеристик DLT є спосіб зберігання даних. У класичних блокчейн-системах використовується модель повної реплікації, при якій кожен вузол зберігає копію всього реєстру. Такий підхід забезпечує високий рівень надійності та стійкості до відмов, проте суттєво обмежує масштабованість системи. Зі збільшенням кількості транзакцій обсяг даних стрімко зростає, що призводить до підвищення вимог до обчислювальних ресурсів і пропускної здатності мережі.

Формально процес зростання обсягу даних у системі розподіленого реєстру можна описати як функцію:

$$S(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} s_i, \quad (1)$$

де $S(t)$ – загальний обсяг даних у момент часу t , $N(t)$ – кількість транзакцій, s_i – розмір i -ї транзакції.

За умови повної реплікації навантаження на систему зростає пропорційно кількості вузлів M , тобто сумарний обсяг зберігання становить $O(M \cdot S(t))$, що обмежує масштабованість.

Для подолання зазначених обмежень застосовуються різні підходи до підвищення масштабованості. Зокрема, одним із перспективних напрямів є використання шардінгу, який передбачає розподіл мережі на підмножини вузлів

(шарди), кожна з яких обробляє лише частину транзакцій. Це дозволяє зменшити навантаження на окремі вузли та підвищити загальну продуктивність системи. У випадку застосування шардінгу загальне навантаження на вузол зменшується до:

$$S_{node}(t) = \frac{S(t)}{K}, \quad (2)$$

де K – кількість шардів. Це дозволяє досягти підвищення пропускної здатності системи приблизно до $O(K)$, за умови рівномірного розподілу транзакцій між шардами. Іншим підходом є використання off-chain рішень, при яких частина операцій виконується поза основним реєстром з подальшою фіксацією результату в блокчейні. Також важливу роль відіграє оптимізація протоколів консенсусу, які визначають механізм узгодження стану мережі.

Протоколи консенсусу є фундаментальним елементом DLT-систем, оскільки саме вони забезпечують узгодженість даних між вузлами. У фінансових застосуваннях особливу увагу приділяють протоколам, що забезпечують високу швидкість підтвердження транзакцій та стійкість до зловмисних дій. До таких протоколів належать, зокрема, варіанти Byzantine Fault Tolerance (BFT), а також їх модифікації, що адаптовані для використання у мережах з обмеженим доступом. Використання таких підходів дозволяє досягти балансу між продуктивністю системи та рівнем її безпеки [1; 2].

Поряд із проблемами масштабованості важливим аспектом є забезпечення захисту даних. У фінансових системах обробляється конфіденційна інформація, включаючи персональні дані користувачів, фінансові транзакції та комерційні відомості. У публічних DLT-системах всі дані є відкритими, що створює ризики витоку інформації. У зв'язку з цим виникає необхідність використання криптографічних методів захисту, таких як хешування, цифрові підписи, а також сучасні підходи, зокрема zero-knowledge proof, які дозволяють підтверджувати достовірність даних без їх розкриття.

Крім того, актуальним є питання розмежування доступу до даних [2]. У цьому контексті доцільним є використання permissioned та consortium DLT-систем, у яких доступ до мережі мають лише авторизовані учасники. Такий підхід дозволяє забезпечити контроль над обробкою даних та відповідність вимогам регуляторних органів, що є важливим для фінансового сектору [3].

Дослідження охоплює методи зберігання і захисту даних у DLT-системах, зосереджуючись на підвищенні масштабованості без втрати безпеки, математичному моделюванні процесів обробки даних, аналізі протоколів консенсусу та оптимізації структур зберігання інформації. Отримані результати мають

практичне значення для розробки фінансових інформаційних систем нового покоління — зокрема, платформ цифрових активів, кредитних систем і платіжних сервісів на основі технології розподіленого реєстру.

Таким чином, розвиток методів і засобів забезпечення масштабованості та захисту даних у DLT є важливим напрямом досліджень у сфері комп'ютерної інженерії та фінансових технологій. Розв'язання цієї задачі дозволить підвищити ефективність функціонування розподілених систем і розширити можливості їх застосування у фінансовій сфері.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blockchain technology and application: an overview / S. Dong, K. Abbas, M. Li, J. Kamruzzaman. *PeerJ Computer Science*. 2023. Vol. 9. Art. e1705. DOI : <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1705>
2. Baryshev Y., Zarezenko D. Mandatory access control method application for smart contracts. *International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics"*. 2026. Vol. 71, № 1. P. 82–95. DOI : <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2026-1-7>
3. Баришев Ю. В., Зарезенко Д. П. Приватні та консорціумні розподілені системи: аналіз захисту даних. *Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2026)* : тези доп. конф., м. Вінниця, 2026 р. Вінниця : ВНТУ, 2026. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2026/paper/view/27710> (дата звернення: 01.04.2026)

Вероніка Кашуба,

*здобувачка фахової передвищої освіти циклової комісії юридичних дисциплін,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: vkashuba@ifker.ukr.education ;*

Максим Грушко,

*викладач циклової комісії інформаційних технологій,
математичних та природничих дисциплін,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: hrushko@ifker.ukr.education*

ОБМЕЖЕННЯ ЧАТ-БОТІВ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ: МІЖ АЛГОРИТМОМ І ЛЮДСЬКИМ ДОСВІДОМ

Сучасний фінансовий сектор активно впроваджує технології штучного інтелекту, зокрема чат-боти, як інструмент автоматизації обслуговування клієнтів. Вони дозволяють значно скоротити витрати банківських установ, забезпечити швидке реагування на запити користувачів та обробляти великі обсяги інформації.

У контексті цифрової трансформації банківської сфери чат-боти стали невід'ємною складовою фінансових сервісів, що підтверджується дослідженнями українських науковців [2]. Водночас активне впровадження цих технологій супроводжується низкою проблем, пов'язаних із якістю обслуговування, відсутністю індивідуального підходу та обмеженістю алгоритмічного мислення.

Проблематика використання чат-ботів у фінансовому секторі активно досліджується як в Україні, так і за кордоном.

Зокрема, Ю. Худолій та В. Косолапенко розглядають особливості застосування чат-ботів у фінансовій сфері та підкреслюють їх роль у підвищенні швидкості обслуговування, водночас відзначаючи обмеження у вирішенні складних запитів клієнтів [1].

О. Суховірський акцентує увагу на впливі чат-ботів на взаємовідносини з клієнтами, підкреслюючи їхню недостатню гнучкість у комунікації [3].

У зарубіжних дослідженнях також значна увага приділяється якості взаємодії клієнтів із чат-ботами. Зокрема, Omer Aftab Qureshi, Stephen Wilkins та Huda Iqbal досліджують вплив якості роботи чат-ботів на задоволеність клієнтів у банківському секторі та доводять, що шаблонність відповідей і обмеженість функціоналу негативно впливають на користувацький досвід [8].

Крім того, Alka Pandey, Aakriti Sahu та Anjali Tiwari зазначають, що хоча чат-боти підвищують ефективність обслуговування, вони не завжди забезпечують належний рівень якості взаємодії через відсутність персоналізації та глибокого розуміння потреб клієнтів [9].

Сучасний підхід у фінансових операціях характеризується масовим впровадженням інструментів самообслуговування, де чат-боти виступають основним каналом комунікації [5]. Проте аналіз їх функціонування дозволяє виділити критичну проблему: жорстку залежність від вхідних даних та скриптів. ШІ системи функціонують на основі заздалегідь заданих алгоритмів або моделей машинного навчання, що обмежує їх здатність до гнучкого реагування на нестандартні ситуації.

Як зазначає О. Бесєдовський, сучасні чат-боти базуються на технологіях обробки природної мови, однак їх функціонування залишається залежним від закладених сценаріїв [6].

Основним обмеженням алгоритмів є ігнорування контексту. У фінансовій сфері, де кожна помилка має високу ціну, алгоритмічна шаблонність призводить до того, що складні, багаторівневі проблеми вирішуються «загально», без урахування специфічних обставин користувача. Це напрямую знижує ефективність менеджменту взаємовідносин з клієнтами [3].

Фінансова сфера є емоційно чутливою, оскільки стосується безпеки та добробуту особистості. У критичних ситуаціях (блокування картки за кордоном, підозра на шахрайство) клієнт потребує не просто інформації, а швидкого етичного рішення та емоційного заспокоєння. Чат-боти, відповідаючи «більш загально», нівелюють персоналізацію сервісу.

А. Крупа підкреслює, що чат-боти є елементом комп'ютерно-опосередкованої комунікації, яка не здатна повністю замінити живе спілкування [7].

Особливо це проявляється у випадках:

- фінансових труднощів клієнтів;
- конфліктних ситуацій;
- шахрайських операцій.

У таких ситуаціях відсутність емоційного інтелекту у чат-ботів стає критичною проблемою.

Згідно з дослідженням Суховірського О. (2024), надмірна автоматизація без можливості швидкого переходу до «живого» оператора погіршує менеджмент взаємовідносин з клієнтами (CRM). Клієнт починає сприймати банк як бездушну машину, що знижує рівень довіри до інституції [3].

Впровадження чат-ботів, керованих ШІ, несе не лише комунікаційні, а й безпекові загрози. Існує серйозний ризик того, що при навчанні на даних, згенерованих самим же штучним інтелектом, якість відповідей чат-ботів буде знижуватися, що призведе до так званого «колапсу моделі».

Білан І.А. (2024) підкреслює, що використання складних мовних моделей може призводити до так званих «галюцинацій» – ситуацій, коли чат-бот формує неправдиву або вигадану інформацію, зокрема щодо банківських правил, умов кредитування чи фінансових продуктів [4]. Такі помилки є особливо небезпечними у фінансовому секторі, оскільки можуть спричинити прийняття клієнтами хибних рішень, фінансові втрати або юридичні непорозуміння.

Крім того, проблема некоректної комунікації посилюється відсутністю механізмів перевірки інформації в режимі реального часу, а також обмеженою відповідальністю алгоритмів за надані рекомендації. Це створює додаткові ризики для фінансових установ у вигляді репутаційних втрат через неетичні або помилкові рішення ШІ, зниження рівня довіри клієнтів, юридичної невизначеності щодо відповідальності за рішення, прийняті автоматизованими системами.

У контексті трансформації банківського сектору України, Бондаренко Л. та Подарин А. (2022) зауважують, що надмірна автоматизація обслуговування може призвести до цифрової нерівності. Зокрема, повний перехід на чат-боти здатний дискримінувати групи населення з низьким рівнем цифрової грамотності, людей старшого віку або клієнтів із специфічними потребами, які не враховані у стандартних алгоритмах [5].

Таким чином, поряд із технологічними ризиками виникають і соціальні виклики, пов'язані з доступністю фінансових послуг та інклюзивністю банківського обслуговування.

Отже, системні ризики використання чат-ботів у фінансовій сфері мають комплексний характер і охоплюють як технічні, так і соціальні аспекти. Це свідчить про необхідність поєднання інноваційних технологій із механізмами людського контролю, а також врахування принципів етичності, надійності та інклюзивності при впровадженні чат-ботів у банківському секторі.

Проведений аналіз дозволив встановити, що чат-боти, попри їхню ефективність як інструменту автоматизації фінансових послуг, мають суттєві функціональні та етичні обмеження, які впливають на якість клієнтського обслуговування та рівень довіри до банківських установ.

У ході дослідження підтверджено, що ключовою проблемою є алгоритмічна обмеженість чат-ботів, яка проявляється у залежності від заданих сценаріїв, недостатній здатності до обробки складного контексту та неможливості

ефективного реагування на нестандартні фінансові ситуації. Це особливо критично у сфері, де кожне рішення може мати фінансові та юридичні наслідки.

Важливим результатом є також встановлення негативного впливу ігнорування людського фактору на якість взаємодії з клієнтами. Відсутність емпатії, гнучкості та індивідуального підходу призводить до зниження рівня клієнтської лояльності та формування відчуття «безособовості» фінансових сервісів.

Окрему увагу приділено системним і глобальним ризикам використання чат-ботів, серед яких:

- можливість генерації недостовірної інформації («галюцинації» моделей);
- ризик «колапсу моделі» внаслідок неякісного навчання;
- відсутність чіткої відповідальності за рішення, прийняті алгоритмами;
- загроза посилення цифрової нерівності та виключення окремих груп клієнтів із повноцінного доступу до фінансових послуг.

Таким чином, встановлено, що існує суттєвий розрив між технологічними можливостями штучного інтелекту та реальними потребами користувачів, який проявляється у невідповідності між швидкістю обслуговування та його якістю.

Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що ефективно впровадження чат-ботів у фінансовому секторі можливе лише за умов:

- інтеграції автоматизованих систем із можливістю швидкого залучення людини-оператора;
- підвищення рівня персоналізації сервісів;
- впровадження механізмів контролю якості та перевірки інформації;
- дотримання принципів етичності, інклюзивності та клієнтоорієнтованості.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці гібридних моделей обслуговування, які поєднують переваги штучного інтелекту з людським досвідом, а також у вдосконаленні алгоритмів з урахуванням соціальних і поведінкових аспектів взаємодії з клієнтами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Худолій Ю. С., Косолапенко В. С. Особливості застосування чат-ботів у фінансовій сфері. URL : <https://journals.nupp.edu.ua/eir/uk/article/view/3037>
2. Повод Т. М. Цифровізація банківської сфери: світові тренди та українські реалії. URL : <https://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/626>
3. Суховірський О. Вплив чат-ботів на ефективність менеджменту взаємовідносин з клієнтами. DOI : [https://doi.org/10.30970/fp.1-2\(53\).2024.139148149](https://doi.org/10.30970/fp.1-2(53).2024.139148149)
4. Білан І. А. Глобальні ризики використання чат-ботів. URL : <https://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/38221.pdf>

5. Бондаренко Л., Подарин А. Особливості діджитал-трансформації банківського сектору України. URL : <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1554/1495>
6. Бесєдовський О. Теоретичні засади розробки ІІІ чат-ботів. DOI : <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-79-25>
7. Крупа А. Технологія чат-бот як чинник цифрової комунікації. DOI : <https://doi.org/10.26661/hst-2022-12-89-15>
8. Qureshi O.A., Wilkins S., Iqbal H. Chatbots: Can They Satisfy Customers in the Banking Sector? 2024. DOI 10.1007/978-3-031-56121-4_34
9. Pandey A., Sahu A., Tiwari A. Chatbots and Customer Experience in Banking Industry: A Descriptive Study. 2025. URL : https://ijrcms.com/uploads2025/ijrcms_07_369.pdf

Каріна Коваленко,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Державний податковий університет

email: karinakovalenko2711@gmail.com ;

Антон Омельчук,

кандидат технічних наук,

кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,

Державний податковий університет

email: tareon@ukr.net

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕДІНКОВИХ МЕТРИК КОРИСТУВАЧІВ У ПРОЦЕСІ ТЕСТУВАННЯ ІГРОВИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та індустрії розваг комп'ютерні ігри займають важливе місце в житті сучасного суспільства. Зростання популярності ігор зумовлює підвищені вимоги не лише до їхньої технічної складової, а й до зручності використання, візуальної привабливості та інтуїтивності інтерфейсу. Саме тому проектування UX/UI (User Experience та User Interface) стає ключовим етапом розробки сучасних ігрових продуктів [1].

Користувацький досвід (UX) охоплює всю сукупність вражень та дій людини під час взаємодії з конкретним продуктом чи послугою, відображаючи повний шлях користувача від першого контакту до завершення цільової операції. Головна мета UX-дизайну полягає у створенні інтуїтивно зрозумілих та естетично привабливих рішень, де в центрі уваги перебувають потреби та зручність людини [2].

UI – це все, що пов'язано з візуальною частиною інтерфейсу, з якою взаємодіє користувач. Сюди входять кнопки, іконки, меню, шрифти, кольори, анімації та інші елементи, які ми бачимо на екрані.

Під час відкриття застосунку або сайту саме UI формує перше враження. Від того, наскільки гармонійно та логічно виглядає інтерфейс, залежить подальше ставлення користувача до продукту. Якщо дизайн перевантажений, кольори не поєднуються, а текст складно читати – користувач, найімовірніше, швидко залишить сервіс, навіть якщо він функціонально зручний [4].

Ігровий інтерфейс являє собою цілісну систему засобів та правил, що забезпечують взаємодію, управління та контроль між гравцем і програмним середовищем. У контексті програмування інтерфейс визначається як структура, що

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

містить описи методів та констант, виступаючи сполучною ланкою, яка перетворює дії користувача на зрозумілі для системи команди, забезпечуючи при цьому візуальний та функціональний зворотний зв'язок [3].

Figma як аналітичне середовище для моделювання інтерфейсів.

Figma – це онлайн-інструмент для створення інтерфейсів, який дає змогу розробляти макети, прототипи, іконки та інші елементи дизайну. Вона є одним із найпопулярніших рішень у сфері UI/UX [1]. Для ігрового дизайну критично важливою є можливість створення інтерактивних прототипів без потреби написання коду на ранніх етапах. Це дозволяє розробникам моделювати поведінку ігрового світу, який може змінюватися залежно від дій гравця.

Відбувається формування дизайн-системи та аналіз візуального сприйняття. Розробка інтерфейсу гри «Neon Dash» розпочалася з формування цілісної дизайн-системи у стилістиці Cyberpunk / Synthwave. Вибір цієї стилістики продиктований жанром динамічного раннера, де швидкість зчитування інформації є головною метрикою успіху.

Колірна аналітика: Обрана палітра (синій #15286C, пурпурний #A941A7, фіолетовий #61188F) у поєднанні з яскравими неоновими кольорами (фуксія, ціановий) створює необхідний контраст. Інтелектуальний аналіз такої палітри підтверджує, що вона дозволяє чітко виділити інтерактивні об'єкти на фоні динамічного світу.

Типографіка виступає як поведінковий фактор. Поєднання декоративного шрифту Press Start 2P для логотипа та функціонального Pixelify Sans для HUD і меню забезпечує баланс між атмосферою та читабельністю. Pixelify Sans має кращу читабельність у малих розмірах, що критично важливо для сприйняття ігрових показників (HP, Score) під час напруженого геймплею.

У роботі проведено моделювання архітектури екранів та аналіз користувацького шляху.

Для дослідження поведінки гравця було спроектовано п'ять базових екранів, кожен з яких фокусується на конкретних метриках:

1. Головне меню: Центральна композиція та обмежена кількість кнопок («START», «OPTIONS», «EXIT») спрямована на мінімізацію часу прийняття рішення.

2. Ігровий інтерфейс (HUD): Розміщення шкал HP та SP у лівому куті, а лічильників Score у правому, відповідає стандартним патернам уваги гравця (F-патерн), що підтверджено аналізом візуальної ієрархії.

3. Екрани налаштувань та паузи: Використання оверлеїв та глибокого фіолетового градієнта для фону дозволяє візуально відокремити меню від ігрового світу, створюючи ефект фокусування (Focus State).

4. Вікно підтвердження виходу: Застосування контрастних кольорів (червоний для «YES», блакитний для «NO») є класичним UX-прийомом, що дозволяє гравцю прийняти рішення миттєво, навіть не вчитуючись у текст.

У дослідженні створюється інтерактивний прототип та проводиться верифікація метрик. Створення динамічної моделі у Figma за допомогою вкладки Prototype. Це дозволило трансформувати статичні макети у систему, що відтворює повний цикл взаємодії.

Використання тригера On Click для навігації та While Hovering для мікро-взаємодій дозволило імітувати реальний відгук інтерфейсу.

Поведінковий аналіз Hover-ефектів здійснюється таким чином, що при наведенні на кнопки їхня колірна гама стає контрастнішою. Цей візуальний зворотний зв'язок суттєво знижує когнітивне навантаження, оскільки гравець миттєво отримує підтвердження того, що об'єкт є клікабельним.

Анімація переходів: Використання Smart Animate забезпечує плавність появи вікон, що відповідає динамічному темпу гри та запобігає візуальному дискомфорту користувача (рис. 1).

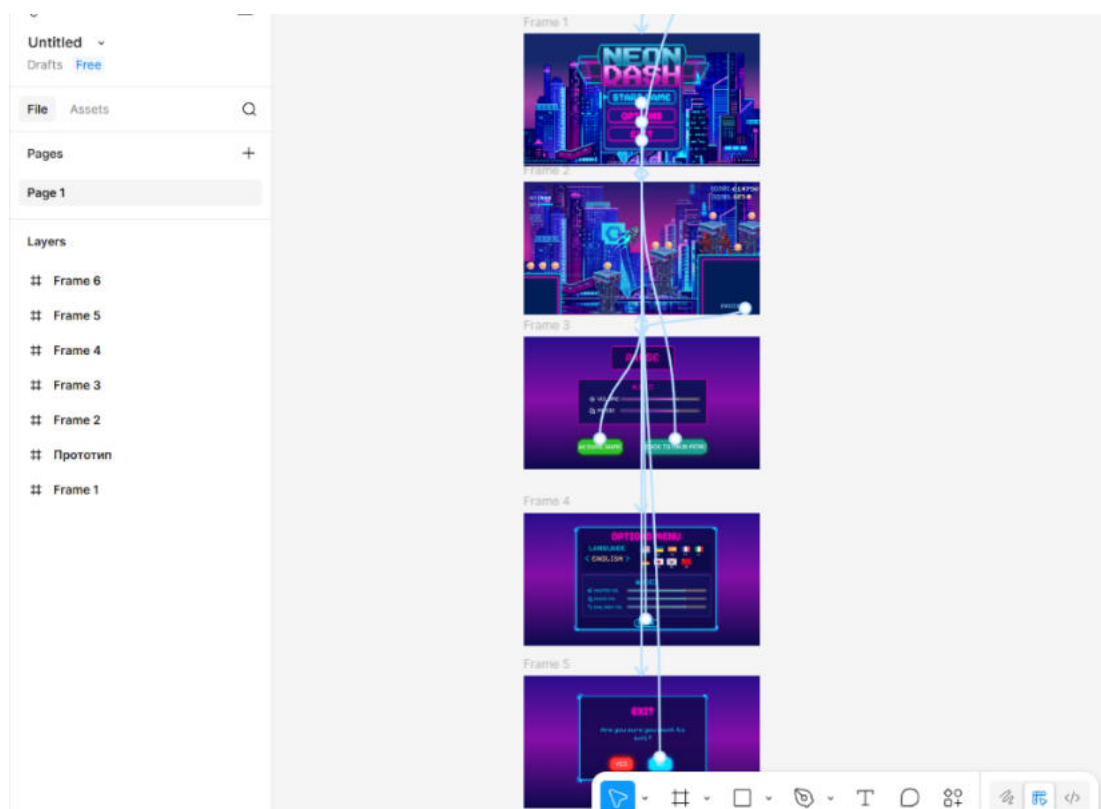


Рисунок 1 – Прототип гри «Neon Dash»

Аналіз поведінкових метрик у Figma перетворює дизайн на науково обґрунтований процес. Розробка дизайн-системи «Neon Dash» довела: точне налаштування візуальних акцентів та мікровзаємодій мінімізує помилки користувачів

і створює інтуїтивну навігацію. Такий аналітичний підхід на етапі проектування є вирішальним фактором стратегічного успіху та конкурентоспроможності ігрового продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Figma – базовий інструмент для роботи дизайнерів. URL : <https://kiev.itstep.org/blog/figma-is-a-basic-tool-for-designers>
2. UI vs. UX: Understanding the Difference. URL : <https://surl.li/tipsmo>
3. Що таке інтерфейс у грі / Життєві стратегії. URL : <https://till.zapisi.cx.ua/shho-take-interfeys-u-gri/>
4. Який напрям у дизайні підходить саме вам: UI/UX, вебдизайн чи графічний дизайн. URL : <https://journal.gen.tech/post/yakyi-napriam-u-dyzaini-pidkhodyt-same-vam-ui-ux-vebdizain-chy-hrafichnyi-dyzain>

Євгеній Крук,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: metermesha@gmail.com ;*

Світлана Грищенко,

*кандидат педагогічних наук, ст. докл.,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: s-grischenko@ukr.net*

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ UEFI BOOTLOADER-A З ПІДТРИМКОЮ GRAPHICS OUTPUT PROTOCOL (GOP) ДЛЯ ІНІЦІАЛІЗАЦІЇ ФРЕЙМБУФЕРА

Сучасний розвиток цифрових технологій, платформ електронної комерції та систем обробки великих даних (Big Data) вимагає побудови надійної, високопродуктивної та безпечної серверної інфраструктури. Фундаментальним етапом запуску будь-якої обчислювальної платформи є ініціалізація апаратного забезпечення ще до моменту завантаження ядра основної операційної системи. З переходом ІТ-індустрії від застарілого стандарту BIOS до архітектури Unified Extensible Firmware Interface (UEFI), розробники отримали стандартизований, платформонезалежний доступ до апаратних компонентів через механізми протоколів [1].

Одним із найбільш критичних етапів початкового завантаження є ініціалізація графічного інтерфейсу та відеокарти. У системах Legacy BIOS для виведення інформації на екран традиційно використовувалося програмне переривання INT 10h стандарту VGA. Однак у сучасній 64-бітній архітектурі UEFI цей метод недоступний. Доступ до відеоадаптера здійснюється виключно через Graphics Output Protocol (GOP).

Мета дослідження полягає у розробці власного UEFI-завантажувача з підтримкою Graphics Output Protocol (GOP) для ініціалізації фреймбуфера та його подальшої передачі в ядро операційної системи.

Наукова новизна та практичне значення. Створено комплексне програмне рішення на мові асемблера (FASM, архітектура x86_64). Окрім bare-metal UEFI-завантажувача з виводом графіки через GOP, розроблено власне ядро операційної системи, в якому практично реалізовано:

- передачу параметрів та адреси фреймбуфера у ядро;

- драйвер файлової системи FAT32 (з підтримкою операцій читання та запису);
- вбудований текстовий редактор;
- підсистему відтворення медіа (RLE-відео та BMP-зображення);
- витісняльний планувальник завдань на базі апаратного таймера для паралельного виконання сторонніх програм.

Дослідження та практична реалізація цього протоколу у власному завантажувачі (bootloader) дозволяє системному програмісту напряму керувати лінійним буфером кадру (Framebuffer) без використання складних високорівневих драйверів [2].

Архітектура взаємодії з протоколом GOP складається з кількох базових етапів:

- пошук дескриптора протоколу в системній таблиці UEFI (Boot Services) за допомогою виклику функції LocateProtocol з передачею відповідного GOP_GUID.
- доступ до структури даних EFI_GRAPHICS_OUTPUT_PROTOCOL_MODE.

- отримання базової фізичної адреси фреймбуфера (FrameBufferBase) та характеристик екрану (горизонтальної та вертикальної роздільної здатності).

У рамках даного дослідження розроблено модуль ініціалізації GOP для власного bare-metal UEFI-завантажувача мовою асемблера (FASM, архітектура x86_64). На Рисунку 1 наведено фрагмент практичної реалізації пошуку протоколу та вилучення необхідних параметрів відеопам'яті.

```
; --- 1. Пошук протоколу GOP через Boot Services ---
mov     rax, [rcx + 320]    ; Зміщення LocateProtocol (0x140)
lea     rcx, [GOP_GUID]    ; Передача GUID протоколу графіки
xor     rdx, rdx
lea     r8, [gop_interface]; Показчик для збереження інтерфейсу
call    rax
test    rax, rax
jnz     error_video       ; Обробка помилки, якщо GOP відсутній

; --- 2. Отримання базової адреси та роздільної здатності ---
mov     rcx, [gop_interface]
mov     rsi, [rcx + 24]    ; Доступ до структури gop->Mode
mov     rdi, [rsi + 24]    ; Отримання FrameBufferBase
mov     [ScreenBase], rdi ; Збереження фізичної адреси відеопам'яті

mov     rax, [rsi + 8]     ; Доступ до структури gop->Mode->Info
mov     eax, [rax + 4]     ; Читання HorizontalResolution
mov     [ScreenWidth], eax
mov     eax, [rax + 8]     ; Читання VerticalResolution
mov     [ScreenHeight], eax
```

Рисунок 1 – Фрагмент коду ініціалізації протоколу GOP у UEFI-завантажувачі

Отримавши доступ до фізичної лінійної адреси фреймбуфера (ScreenBase), завантажувач здатен самостійно відмальовувати графічні примітиви та власні шрифти. Розроблений UEFI-бутлоудер використовує цей функціонал для виведення діагностичного інтерактивного Boot-меню. До моменту передачі управління ядру, завантажувач виводить на екран повну апаратну телеметрію: тип процесора (через інструкцію cruid), розмір оперативної пам'яті (отриманий через GetMemoryMap) та характеристики дискових накопичувачів. Після цього адреса фреймбуфера та розміри екрану передаються як аргументи до мінімального ядра операційної системи.

Висновки. Дослідження та імплементація Graphics Output Protocol (GOP) у власному UEFI bootloader-і доводить свою високу ефективність для задач системного програмування. Відмова від застарілих переривань VGA та перехід до лінійного фреймбуфера дозволяє розробникам створювати власні захищені операційні середовища. Отримання прямого доступу до відеопам'яті є критично важливим кроком для побудови надійних систем, які здатні забезпечити візуальну діагностику обладнання ще до завантаження основних компонентів операційної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) Specification. Release 2.10. UEFI Forum, 2022. URL : <https://uefi.org/specifications> (дата звернення: 24.03.2026).
2. Zimmer V., Rothman M., Marisetty S. Beyond BIOS: Developing with the Unified Extensible Firmware Interface. 3rd Edition. De|G Press, 2017. 396 p.

Олександр Пасічник,
*аспірант кафедри економіки,
Київський національний університет технологій та дизайну
email: pasichnyk.om@knutd.edu.ua*

ТРАНСФОРМАЦІЯ РОЛІ МЕДИЧНОГО ПРЕДСТАВНИКА В ЕПОХУ BIG DATA: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОПОЗИЦІЙ РОБОТОДАВЦІВ

Підприємства-власники реєстраційних посвідчень лікарських засобів фармацевтичної галузі України під час своєї діяльності постійно створюють та накопичують значні масиви даних про свої продукти. До них можна віднести інформацію про товарні залишки, продажі, логістичний рух продукції та динаміка зміни попиту. Одним із основних інструментів в первинному зборі та обробці таких даних для підприємств є співробітники зовнішніх служб – медичні представники.

Сучасний науково-технічний розвиток стрімко збільшує кількість інструментів для роботи медичних представників у сфері інтелектуальної аналітики. Одним із основних показників трансформації професійних вимог для нових співробітників підприємств є пропозиції роботодавців на ринку праці. Саме тому основною метою даного дослідження є аналіз необхідності роботи зі статистичними даними для кандидатів на посаду медичного представника у вітчизняні та закордонні підприємства-власники реєстраційних посвідчень на лікарські засоби.

На основі даних з відкритих джерел було проведено порівняльний аналіз 95 пропозицій з працевлаштування на посаду медичного представника в усіх регіонах України [1; 2]. Всього оцінено пропозиції від 35 різних підприємств-власників реєстраційних посвідчень на лікарські засоби: 14 вітчизняних та 21 закордонне, з 37 та 58 вакансіями відповідно. Для аналізу використана інформація, розміщена у пропозиціях з працевлаштування, яка була розділена на 3 окремі групи: кваліфікаційні вимоги до кандидату, робочі обов'язки та унікальні переваги, що пропонує підприємство для співробітників.

Основними критеріями для кваліфікаційних вимог для кандидатів на посаду медичного представника виокремлено 2 підгрупи: наявність вищої освіти та навички використання програмного забезпечення для роботи з даними. Відповідно до отриманих результатів, наявність вищої освіти потребують 55 посад, тобто 57,8 %. Серед вітчизняних підприємств вища освіта є обов'язковим

критерієм у 65,7 % вакансіях. Серед закордонних підприємств є обов'язковим критерієм у 51,7 % оголошеннях. Наявність навичок з використання програмного забезпечення для роботи з даними в цілому складає 36,8 %, тобто для вітчизняних та закордонних підприємств це є основним критерієм у 27 % та 44,8 % вакансій відповідно.

Основним критерієм оцінки службових обов'язків виокремлено необхідність роботи зі статистичною звітністю у кандидатів на посаду. Відповідно з отриманими результатами дослідження 65 вакансій, тобто 68,4 % вимагають від кандидата роботу зі статистичними даними, до якої може входити збір, аналіз, формування попередньої та фінальної звітності. Робота зі статистичною інформацією є обов'язковою у 32 вітчизняних та 35 закордонних вакансіях, тобто у 86,4 % та у 60,3 % відповідно. Таким чином, на ринку праці наявний розрив між кількістю вакансій, які вимагають від кандидатів навичок із використання програмного забезпечення для оформлення статистичної звітності та де такі навички є робочими обов'язками. Для вітчизняних підприємств така різниця складає 59,4 % у вакансіях медичного представника, а для закордонних – 15,5 %.

Для оптимізації роботи зі статистичною звітністю, підприємства можуть проводити додаткове навчання персоналу. Так, серед інформації про унікальні переваги, що пропонують роботодавці кандидатам на посаду медичного представника та вимагають роботу зі статистичними даними, виділено окрему можливість – наявність додаткового навчання у ході виконання службових обов'язків. В цілому, інформація про додаткове навчання розміщена у 52 у вакансіях, тобто у 80 %. Додаткове навчання декларується 25 вітчизняними та 26 закордонними підприємствами, тобто 78,1 % та 74,2 %.

Відповідно до отриманих результатів дослідження, в цілому, 8 вакансій, тобто 8,4 %, або 3 вітчизняні та 5 закордонних підприємств, тобто 8,1 % та 8,6 % відповідно, вимагають від кандидата на посаду медичного представника виконання службових обов'язків із роботи зі статистичною звітністю та не вимагають навичок із використання програмного забезпечення, однак не планують проведення додаткового навчання.

Здійснений аналіз свідчить про стрімку трансформацію ролі медичного представника з акцентом на роботу зі статистичною звітністю для значної частини вакансій, тобто для 68,4 %. Внаслідок чого, на ринку праці виникає дефіцит навичок у 8,4 % кандидатів на посаду медичного представника, коли від персоналу вимагається обробка статистичних даних без наявності відповідної кваліфікації та надання відповідного подальшого навчання, що може суттєво знижувати ефективність управління отриманими даними на підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вакансії за запитом «медичний представник» / rabota.ua. URL : <https://roboota.ua/zapros/medychnyy-predstavnyk/ukraine> (дата звернення: 14.04.2026).
2. Вакансії за запитом «медичний представник» / work.ua. URL : <https://www.work.ua/jobs-%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9+%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA/?sort=date> (дата звернення: 14.04.2026).

Ігор Прайс,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Державний податковий університет

email: praisigor21122007@gmail.com ;

Владислав Ніжегородцев,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,

Державний податковий університет

email: nizhegorodcev@ukr.net

BIG DATA ЯК ІНСТРУМЕНТ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ У ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

У сучасних умовах цифрової економіки фінансовий сектор переживає глибоку трансформацію, що зумовлена стрімким розвитком інформаційних технологій та зростанням обсягів даних. Традиційні моделі управління фінансами, які базувалися на статистичних методах та обмежених наборах показників, поступово втрачають свою ефективність. Натомість на перший план виходять інноваційні підходи, що враховують багатовимірність даних, їхню швидкість надходження та різноманітність джерел.

Використання Big Data для персоналізації фінансових послуг сьогодні є однією з найбільш обговорюваних у сфері Fintech та банкінгу. Це вже не просто «модне слово», а критична умова виживання на ринку. Трансформація клієнтських очікувань завдяки Big Data, наразі, звужується до індивідуальних пропозицій.

Концепція Big Data стала фундаментом для створення нових бізнес-моделей, які базуються на персоналізації послуг та індивідуальному підході до клієнта та дозволяє фінансовим установам прогнозувати майбутню поведінку користувачів, формувати гнучкі кредитні стратегії та адаптувати маркетингові кампанії до конкретних сегментів ринку [3].

Big Data трансформує фінансові послуги з моделі «універсального продукту для всіх» у модель «індивідуального сервісу в реальному часі», де головним активом стає не капітал, а довіра та глибина розуміння клієнта.

Персоналізація фінансових сервісів передбачає використання даних про транзакційну активність, поведінкові патерни, геолокацію та соціально-демографічні характеристики клієнтів. На основі таких моделей фінансові установи можуть пропонувати індивідуальні кредитні ліміти, бонусні програми, кешбек та інші продукти, що відповідають реальним потребам користувачів [2].

Big Data робить фінанси проактивними: установа передбачає потребу клієнта ще до того, як він її усвідомив. Це перетворює банк із «сховища грошей» на «фінансового асистента».

Перспективи розвитку Big Data у фінансах пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту та глибинного навчання. Ці технології дозволяють не лише аналізувати минулі дані, а й формувати прогнозні моделі, що враховують ймовірні сценарії поведінки клієнтів. Наприклад, система може передбачити ймовірність дефолту за кредитом або визначити оптимальний момент для пропозиції нового фінансового продукту [1].

У цифровій економіці Big Data є фундаментом для створення «невидимого банкінгу», який безшовно вбудовується в повсякденне життя людини. Переможцями стануть ті гравці, які зможуть поєднати високу технологічність алгоритмів із високим рівнем етичної відповідальності за дані своїх користувачів.

Фундаментальне значення Big Data полягає у переході від транзакційної моделі відносин до поведінкової парадигми. Таким чином, Big Data є не просто інструментом маркетингу, а фундаментом стійкості фінансової системи нового покоління. Вона забезпечує одночасне зростання прибутковості бізнесу за рахунок мінімізації ризиків та підвищення якості життя клієнта через задоволення його унікальних фінансових потреб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Artificial Intelligence and Machine Learning in Financial Services / Financial Stability Board (FSB). 2017. URL : <https://www.fsb.org/uploads/P011117.pdf>
2. Manyika J. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity / McKinsey Global Institute, 2011. URL : https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/big%20data%20the%20next%20frontier%20for%20innovation/mgi_big_data_exec_summary.pdf
3. The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19 / World Bank Group, 2022. URL : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37578>

Олександра Хвостенко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: hvostenkoaleksandra99@gmail.com ;*

Світлана Грищенко,

*кандидат педагогічних наук, ст. докл.,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: smgrischenko@gmail.com*

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПІКСЕЛЬНОГО ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА «PIXILED PX»

Швидкий розвиток технологій за останні кілька десятиліть змінив ландшафт цифрового мистецтва, зробивши його доступним для людей без технічної чи інженерної освіти. Проте створення спеціалізованого графічного редактора залишається складним технічним завданням. Воно потребує інтеграції методів математичної дискретизації простору, оптимізації рендерингу та сучасних архітектурних патернів.

Стрімкий розвиток цифрового мистецтва та розширення меж геймдизайну сприяють попити на персоналізований інструментарій для створення візуальних проєктів. Особливе місце посідає піксельна графіка [1], що вимагає точності на рівні дискретних елементів. Створення спеціалізованого ПЗ «Pixiled PX» дозволяє оптимізувати роботу над ігровими активами та підвищити швидкість розробки візуального контенту.

Мета роботи полягає у проєктуванні та програмній реалізації графічного редактора з зрозумілим інтерфейсом для створення та редагування піксельної графіки.

Об'єкт дослідження – процес розроблення прикладного графічного програмного забезпечення.

Предмет дослідження – методи та алгоритми реалізації інструментів малювання у піксельному графічному редакторі.

Для досягнення поставленої мети в основу розробки було покладено архітектурний шаблон Model-View-Controller (MVC) [2]. Це дозволило розв'язати низку складних науково-технічних завдань:

1. Математичне моделювання дискретної графічної сцени. Робочу область представлено у вигляді двовимірної матриці, що дозволяє оперувати

кольоровими даними на рівні математичного масиву, мінімізуючи використання оперативної пам'яті.

2. Алгоритмічна обробка безперервних ліній. Для вирішення проблеми "розриву" лінії при швидкому русі миші реалізовано алгоритм лінійної інтерполяції координат, який автоматично розраховує та заповнює проміжні пікселі між двома точками фіксації подій.

3. Інтелектуальне масштабування при експорті. Розроблено механізм збереження результатів, який використовує алгоритм FastTransformation [4]. Це дозволяє збільшувати піксельні зображення без розмиття, зберігаючи "гострі" краї пікселів, що є основною особливістю до формату pixel art.

Основні результати дослідження:

1. Обґрунтування технологічного стеку. Для реалізації проєкту обрано мову Python та бібліотеку PyQt6[3], що забезпечує гнучкість системи та високу швидкість обробки графічних подій через систему сигналів та слотів.

2. Проєктування архітектури. Розроблено структуру класів та оригінальний інтерфейс користувача, адаптований під специфіку піксель-арту. В основу покладено принципи декомпозиції для розділення логіки зберігання даних та візуального представлення.

3. Реалізація алгоритмів малювання. Впроваджено механізми малювання на дискретній сітці, що включають обробку координат, управління кольорами та динамічне оновлення полотна за допомогою методів QPainter[5].

4. Оптимізація та стабільність. Реалізовано систему валідації даних та перевірку меж індексів для стабільної роботи ПЗ. Розроблено експорт результатів у растрових форматах PNG/JPG.

5. Тестування та оптимізація. Було проведено перевірку функціональності програми з метою забезпечення стабільної роботи, зручності інтерфейсу під різні роздільні здатності екрана та коректного експорту зображень.

Резюмуючи варто зазначити, що практичне значення розробленого редактора «Pixiled PX» є ефективним інструментом для швидкого прототипування графічних асетів в ігровій індустрії та вебдизайні. Створена архітектура та впроваджені алгоритми обробки растрових матриць можуть слугувати науково-практичним підґрунтям для розширення функціонала системи у подальших дослідженнях .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Піксельна графіка / Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Піксельна_графіка (дата звернення: 12.04.2026).

2. Model-view-controller / Wikipedia : the free encyclopedia. URL : <https://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller> (дата звернення: 13.04.2026).
3. PyQt6: Reference Guide. Riverbank Computing. URL : <https://www.riverbankcomputing.com/software/pyqt/> (дата звернення: 10.04.2026).
4. Qt Namespace. Qt Documentation. URL : <https://doc.qt.io/qt-6/qt.html> (дата звернення: 14.04.2026).
5. QPainter Class. Qt Documentation. URL : <https://doc.qt.io/qt-6/qpainter.html> (дата звернення: 15.04.2026).

Альона Шенгеля,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра статистики, інформаційно-аналітичних систем і демографії,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
email: ashengelya05@gmail.com ;*

Богдан Пацай,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра статистики, інформаційно-аналітичних систем і демографії,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
email: patsai@knu.ua*

АКУСТИЧНІ ПРОФІЛІ НАРОДНОЇ МУЗИКИ: КІЛЬКІСНИЙ ПІДХІД НА ОСНОВІ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Розвиток технологій цифрової обробки аудіосигналів створює принципово нові можливості для об'єктивного вивчення акустичних характеристик музичного фольклору. У науковій літературі традиційно домінують якісні, описові підходи до аналізу народної музики, тоді як кількісні методи дослідження акустичних параметрів використовуються недостатньо широко. Зокрема, у лінгвістичних і музикознавчих працях неодноразово висловлювалася думка про існування зв'язку між просодією мови та мелодикою пісень (A. Patel, W. Fitch), однак більшість таких тверджень мають теоретичний або культурологічний характер і не ґрунтуються на аналізі великих масивів даних [1; 2]. Сучасні технології цифрової обробки сигналів із використанням бібліотек Python та статистичних методів створюють передумови для об'єктивного вимірювання музичних характеристик.

Метою дослідження є виявлення та кількісна оцінка можливого взаємозв'язку між мовною належністю та акустичними характеристиками народної музики із застосуванням сучасних цифрових та статистичних підходів. Здійснюється перевірка гіпотези про наявність значимого впливу лінгвістичної належності (слов'янська, германська, романська, тюркська групи та група «Інші») на кількісно вимірювані акустичні параметри народних пісень.

Методологічну основу дослідження становить поєднання методів цифрової обробки сигналів і статистичного аналізу даних. Сформовано вибірку з 50 аудіозаписів, що представляють п'ять мовних груп: слов'янську (Україна, Польща), германську (Німеччина, Норвегія), романську (Італія, Іспанія), тюркську (Туреччина, Азербайджан) та групу «Інші» (Японія, Ірландія). Для обробки

аудіофайлів використано бібліотеку librosa мови Python [8]. Аудіофайли попередньо нормалізовано (моноформат, фіксована частота дискретизації). На основі оброблених сигналів сформовано систему акустичних ознак: темп (tempo_bpm), середня енергія (rms_mean), показник нульових перетинів (zcr_mean), спектральний центроїд, ширина спектра, частота зрізу, а також мел-частотні кепстральні коефіцієнти (MFCC) та їх статистичні характеристики – загалом близько 19 параметрів [6; 7]. Подальший аналіз здійснено із застосуванням методів описової статистики, дисперсійного аналізу (ANOVA), аналізу головних компонентів (PCA) та кластерного аналізу в ПЗ IBM SPSS Statistics.

За результатами описового аналізу та кореляційної матриці виявлено високу внутрішньогрупову варіативність акустичних показників, а також значну мультиколінеарність між спектральними ознаками (зокрема, spec_centroid_mean корелює з spec_rolloff_mean на рівні $r = 0,97$). Темп (tempo_bpm) виявився статистично незалежним від усіх інших ознак.

Однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) виявив статистично значущі відмінності між мовними групами лише для окремих тембрових показників: mfcc2_mean ($F = 2,601$; $p = 0,049$), mfcc5_mean ($F = 2,609$; $p = 0,048$), mfcc10_mean ($F = 2,949$; $p = 0,030$). Ознаки, що характеризують темп, енергію та більшість MFCC-коефіцієнтів, значущих відмінностей не продемонстрували. Застосування пост-хок тесту Tukey HSD підтвердило відсутність статистично значущих попарних відмінностей між жодною парою груп ($p > 0,05$), що пояснюється високою внутрішньогруповою варіативністю музичного матеріалу.

З метою усунення мультиколінеарності та зменшення розмірності простору ознак застосовано метод аналізу головних компонентів (PCA). Виокремлено 6 головних компонент, що сумарно пояснюють 83,4 % загальної дисперсії 19 акустичних змінних. Компонентам присвоєно змістові назви: «Спектральна яскравість / тональна висота» (PC1), «Середньо-високий тембр» (PC2), «Енергія та деталізація тембру» (PC3), «Найвища темброва деталізація» (PC4), «Базовий тембр» (PC5), «Ритм / темп» (PC6).

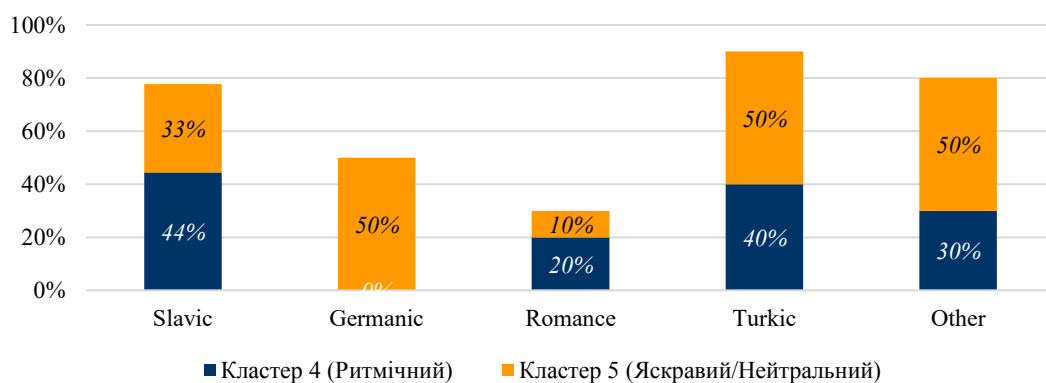


Рисунок 1 – Структура розподілу мовних груп за кластерами (у відсотках)

На основі факторних значень шести компонент проведено ієрархічний кластерний аналіз. Виявлено 5 кластерів музичних профілів: «Низькочастотний (Глухий) тембр» (8 пісень), «Висока енергія, низька складність» (7 пісень), «Складно-контрастний тембр» (2 пісні), «Ритмічно-визначений стиль» (14 пісень) та «Нейтрально-збалансований стиль» (19 пісень). Перевірка статистичної залежності між мовною належністю та кластерною структурою за критерієм χ^2 Пірсона показала: $\chi^2 = 23,135$ ($df = 16$; $p = 0,110$), що не досягає рівня значущості $p = 0,05$. Проте відношення правдоподібності ($p = 0,090$) свідчить про маргінальну тенденцію.

Візуальний аналіз розподілу груп за кластерами виявив найбільш помітну різницю: половина пісень германської групи потрапила в кластер «Нейтрально-збалансований стиль», і жодна – в кластер «Ритмічно-визначений стиль», де домінують слов'янська та тюркська групи. Ця закономірність узгоджується з результатами ANOVA, де германська музика демонструвала вищі середні значення MFCC.

Висновки. Проведене дослідження свідчить про те, що мовна належність не є визначальним чинником чіткої акустичної диференціації народної музики за окремими параметрами: пряма статистична значущість відмінностей між мовними групами є обмеженою. Водночас застосування багатовимірної аналізу – PCA та кластеризації – дозволило виявити структуровані акустичні профілі, що формують п'ять узагальнених типів музичних стилів. Ці профілі не мають прямої однозначної залежності від мовної належності, однак демонструють певні тенденції, що можуть свідчити про опосередкований вплив лінгвістичних особливостей на акустичні характеристики народної музики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Patel A. D. Music, Language, and the Brain. Oxford : Oxford University Press, 2008.
2. Fitch W. T. The Evolution of Language. Cambridge : Cambridge University Press, 2010.
3. Müller M. Fundamentals of Music Processing. Cham : Springer, 2015.
4. Nettl B. The Study of Ethnomusicology. Urbana : University of Illinois Press, 2015.
5. Гошовський В. Л. Музична фольклористика в системі лudoзнавства. Львів : НТШ, 1991.
6. Tzanetakis G., Cook P. Musical genre classification of audio signals. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*. 2002. Vol. 10 (5). P. 293–302.

7. Logan B. Mel Frequency Cepstral Coefficients for Music Modeling. Proceedings of the ISMIR. 2000. P. 1–6.
8. McFee B. et al. librosa: Audio and music signal analysis in Python. Proceedings of SciPy. 2015. P. 18–25.
9. Ковтун Н. В., Галицька Е. В. Теорія статистики : підручник. Київ : Київський університет, 2008. 336 с.
10. Jolliffe I. T. Principal Component Analysis. 2nd ed. New York : Springer, 2002.
11. Johnson R. A., Wichern D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis. 6th ed. Upper Saddle River : Pearson, 2007.

СЕКЦІЯ 2

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Олександра Аністратенко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет податкової справи, обліку та аудиту,*

Державний податковий університет

email: oleksandraanistratenko@gmail.com ;

Оксана Ярова,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: yarovaoa@ukr.net

НЕЧІТКІ МНОЖИНИ ТА НЕЧІТКА ЛОГІКА В ЕКОНОМІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ

Економіка – це та сфера, на якій лежить велика відповідальність. Вона сприяє вирішенню багатьох питань. Наприклад, пошук рішення проблеми обмежених ресурсів, розуміння повсякденних процесів, прийняття обґрунтованих рішень, вплив на суспільний добробут та зв'язок з іншими сферами. Все це формує образ науки, яка є однією з фундаментальних складових забезпечення всіх процесів всередині держави. Але не дивячись на велике значення економіки, експерти цієї сфери не завжди надають чіткості їхнім словам та твердженням. Тому що надання конкретних цифр або формулювань у деяких випадках призводить до значної невідповідності між реальністю та прогнозами. З цієї причини в економічному моделюванні використовуються нечіткі множини та нечітка логіка, що значно зменшує ризик виникнення непорозумінь у питаннях, де класична логіка банально не діє.

Засновником теорії нечітких множин і нечіткої логіки є Лотфі Заде, американський математик і логік. Дослідженням цієї теми займалися такі науковці, як Джордж Клір чи Ебрагім Мамдані, який знайшов спосіб використовувати теорію в реальному виробництві. Було і багато інших, серед котрих також є українські вчені.

Покладаючись на їхні дослідження, можна зрозуміти, що нечітка логіка є однією з складових економічного моделювання, оскільки вона дозволяє опрацьовувати невизначеність, яка притаманна реальному ринку. Сенса цього напрямку в тому, щоб оцінювати явище не по принципу або одне або інше, а через ступені отриманої інформації. Цим методом користуються, коли класична логіка, яка більше підходить для ситуацій з наданням однозначної відповіді, просто не справляється з поставленим завданням. Тому що не розрахована на це, бувають ситуації, коли чітка відповідь не підходить. І в цьому випадку застосовують нечітку логіку. Використання цієї теорії зустрічається навіть у повсякденні, коли люди говорять про певні речі або явища у розмитому формулюванні. А з допомогою нечітких множин здійснюється нечітка логіка [1].

У своїх працях Лотфі Заде не лише вперше описав теорію нечітких множин, але й висвітлив її з різних сторін. Все почалося з його статті «Нечіткі множини» [2]. До цього ніхто не намагався змінити кут сприйняття класичної математичної логіки та зробити це предметом дослідження. Але Лотфі Заде показав інший шлях, запропонувавши змінити чітке визначення множини A на діапазон можливих значень. Це і є нечіткі множини.

Науковець відмовився від бінарності, показуючи невідповідність класичної логіки для деяких ситуацій на простих прикладах. У наступній праці 1973 року Заде розвинув ідею про перетворення слів на справжні математичні величини та як з ними працювати. Одним з найпростіших прикладів такої лінгвістичної змінної є перетворення поняття температури та розбиття її на зрозумілі для людей категорії. Як і будь-яку математичну величину це можна представити графічно (рис. 1).

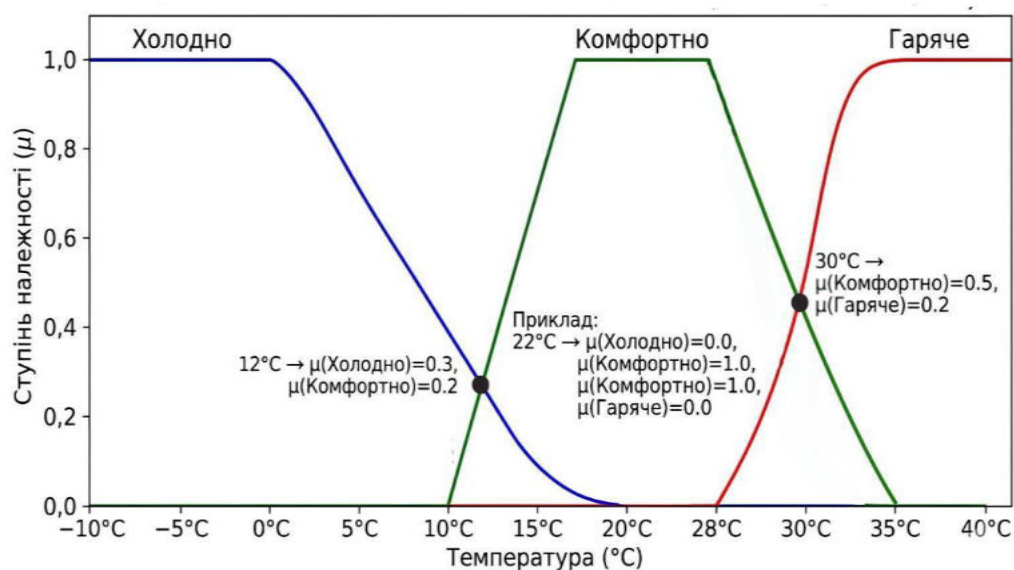


Рисунок 1 – Графік представлення лінгвістичної змінної «Температура» у вигляді математичної величини

На початку ідеї Лотфі Заде сприймалися його колегами-математиками не дуже добре та скептично. Його теорію називали ненауковою, але зараз вона стала невід'ємною частиною багатьох сфер у житті людей [3].

Хоча не можна казати, що це заслуга виключно Заде. Він заклав основи, але людство може використовувати їх на практиці завдяки роботі інших науковців. Тут варто згадати про Ебрахіма Мамдані. Саме він зробив можливим використання нечіткої логіки для техніки. Замість побудови складної математичної моделі термодинаміки двигуна, він створив набір правил «Якщо..., то...». А Ганс-Юрген Ціммерман адаптував нечітку логіку для бізнесу та прийняття рішень.

У сучасному світі ця теорія також використовується у різноманітних напрямках, коли немає достатньої кількості даних або поле дій не має чітких меж. В економіці це широко використовується для різних цілей, таких як оцінка ризиків у кредитній сфері, коли банки не мають 100% інформації про майбутню платоспроможність клієнта. За допомогою цієї теорії також можливе прогнозування на фондових ринках та інвестування.

В аудиті нечітка логіка дає можливість виявити підозрілі операції. Нечіткі множини допомагають побачити, коли такі операції та помилки переходять межу, після якої вони стають суттєвими для фінансової звітності.

Таким чином, стає зрозуміло, що не дивлячись на початковий опір ідеям Лотфі Заде, нечітка логіка та нечіткі множини стали важливою частиною економіки. Цей інструмент економічного моделювання має свої значні переваги, так як долає обмеження класичних моделей, є ефективним в оцінці ризиків та показує ймовірну гнучкість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Желдак Т. А., Коряшкіна Л. С., Ус С. А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень : навч. посіб. /М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 387 с.
2. Заде Л. А. Нечіткі множини. *Information and control*. 1965. Сер. 8. С. 338–353.
3. Заде Л. А. Окреслення нового підходу до аналізу складних систем та процесів прийняття рішень. *IEFE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS*. 1973. Сер. SMC-3, № 1. С. 28–44.

Дарина Білошицька,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: doomdasha580@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ПРАЦІ В ЕПОХУ ПОТРЯСІНЬ: ЯК ЦИФРИ ПОЯСНЮЮТЬ СТІЙКІСТЬ

Сьогоднішній ринок праці перебуває у стані постійного шторму. В умовах економічної нестабільності старі лінійні схеми більше не працюють - вони просто не здатні зафіксувати різкі «злами» системи. Сучасний ринок реагує на кризи не лише зростанням безробіття, а й докорінною зміною самої суті зайнятості, що робить традиційні розрахунки занадто повільними для прийняття реальних рішень [2].

Щоб розуміти реальний стан справ, аналітики переходять до трендвотчингу – відстеження асиметрій між попитом та пропозицією в режимі реального часу. Одним із найбільш прогресивних рішень є використання нейронних мереж (зокрема архітектури LSTM), які здатні прогнозувати дисбаланси там, де звичайна математика безсила.

В Україні під час воєнного стану саме такі моделі допомогли побачити «невидимі» аномалії. Наприклад, цифри шокують: у 2023–2024 роках розрив між кількістю резюме та вакансій сягнув майже 13 разів. Це свідчить не просто про брак робочих місць, а про глобальну втрату кваліфікованих кадрів через міграцію. Показово, що рівень безробіття серед українців з вищою освітою зараз у 1,5 раза вищий, ніж у середньому по країнах ЄС [3].

Попри втрату чверті робочої сили через мобілізацію та виїзд людей за кордон, український ринок праці демонструє дивовижну адаптивність. Ефективність пошуку роботи знизилася лише незначно. Чому так сталося? Дослідження показують, що ключовими факторами цієї стійкості стали гнучкість заробітних плат, швидка адаптація бізнесу до нових умов найму та масовий перехід на «дистанційку» [1].

Це спростовує прогнози про негайний колапс ринку. Виявляється, у критичних умовах здатність до самоорганізації та готовність ризикувати стають важливішими за звичну стабільність [1].

Сучасне макроекономічне моделювання (зокрема, DSGE-моделі) вказує на небезпечний ефект «знеохочення». Коли компанії через страх відкладають найм, люди перестають шукати роботу, потрапляючи у психологічну пастку безробіття. Саме тому важливо враховувати не лише сухі цифри потоків безробітних, а й людський фактор [2].

Для подолання цих наслідків дослідники пропонують гібридні моделі, які пояснюють таке явище як гістерезис – коли тимчасовий шок перетворюється на постійне безробіття через втрату навичок.

Згідно з концепцією Г. Марковіца про диверсифікацію та ефективне управління активами, вирішення цих дисбалансів лежить у площині поєднання цифрових платформ для працевлаштування, надавати реальну фінансову підтримку тим, хто шукає роботу та створювати активні стимули для бізнесу, щоб він не боявся наймати людей [2; 4].

Таким чином, моделювання ринку праці в умовах нестабільності – це поєднання складного математичного апарату, здатного описувати ірраціональну поведінку, з гнучкими інституційними механізмами збору даних та прийняття рішень, орієнтованих на реальні коливання [5].

За кожною цифрою в економічних моделях стоїть жива людина зі своїми страхами, амбіціями та потребою у безпеці. Сьогоднішній ринок праці - це не просто суха статистика вакансій, а динамічне відображення того, як суспільство адаптується до невідомого. Коли ми говоримо про «гнучкість», ми маємо на увазі здатність кожного окремого працівника опанувати нову професію чи навчитися працювати під звуки сирен. Розуміння цих психологічних тонкощів допомагає створювати не лише точні прогнози, а й реальні механізми підтримки, які не дають людям опустити руки. Важливо, щоб держава та бізнес бачили в аналітичних звітах не лише графіки, а й сигнал до дії: де саме потрібно простягнути руку допомоги у вигляді перенавчання чи фінансової опори. Тільки такий людяний підхід до моделювання дозволить перетворити кризову нестабільність на фундамент для майбутнього оновлення країни [4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
2. Knight F. H. Risk, Uncertainty and Profit. Boston : Houghton Mifflin, 1921. 381 p.

3. Markowitz H. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York : Wiley, 1952. 344 p.
4. Методичні рекомендації з оцінки ризиків для суб'єктів малого підприємництва. *Економіка та управління*. 2022. № 4. С. 15–22.
5. Blanchard O., Galí J. Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model. *Journal of Money, Credit and Banking*. 2007. Vol. 39. P. 35–65.

Артем Блажко,

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

кафедра митної справи та товарознавства,

Державний податковий університет

email: ablazko50@gmail.com ;

Оксана Ярова,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

факультет фінансів та цифрових технологій,

Державний податковий університет

email: yarova00@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДНІХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Середні величини в процесі дослідження кількісно описують рівень варіюючої ознаки і характеризує спільне, характерне, що об'єднує статистичну сукупність. За допомогою середніх величин можна здійснити порівняльний аналіз кількох сукупностей, дати характеристику закономірностей розвитку економічних явищ та процесів. Значення середніх величин полягає в узагальненні якісно однорідних значень типової ознаки. В економічних дослідженнях досить важливим є питання об'єктивності використання середніх показників. Систематичні помилки, які мають тут місце, можна пояснити незнанням їх математичної та економічної природи (сутності). Остання орієнтує на науково-обґрунтовані підходи в застосуванні певного виду середньої величини в кожному конкретному випадку, тому, що являє собою загальний обсяг варіюючої ознаки (арифметичної, геометричної, гармонійної, хронологічної, прогресивної, моди, медіани та ін.). Одним з найпоширеніших видів середніх величин у дослідженні економіки є середня арифметична, оскільки для більшості явищ характерна адитивність обсягів. Її застосовують при вивченні закономірностей розподілу, коли обсяг ознаки для всієї сукупності є сумою індивідуальних значень її окремих елементів.

Метод ковзної середньої ("moving average"). Згладжування за допомогою ковзної середньої відбувається наступним чином. Початкові рівні часового ряду замінюються його середніми (згладженими) величинами, розрахованими для певної кількості рівнів ряду. Одержані значення відносяться до середини обраного інтервалу. Потім інтервал зсувається на одне спостереження і розрахунок

повторюється. Інтервали визначення середньої беруться весь час однаковими. Прогнозованому значенню на один період випередження відповідає останнє згладжене значення, яке було розраховане як ковзна середня -го порядку (як парного, так і непарного) за останніми даними часового ряду. Як тільки нове спостереження стає відомим, воно включається в усереднення, а найстаріше – виключається. Розраховане ковзне середнє використовується для прогнозу на наступний період. Зазначимо, що згладжене значення у випадку стаціонарного ряду дорівнює прогнозу очікуваного значення показника в майбутньому не тільки на прогнозований період, а й на наступний період і далі.

Використовують середні величини в багатьох сферах. До прикладу: в державному плануванні цей метод використовують для податкового прогнозування та аналізу ВВП, також використовується в логістиці для управління запасами та прогнозування попиту. Самий простий приклад є прогнозування прибутку підприємства. Підприємство розраховує середній прибуток за попередні 3–5 років для планування фінансового результату на наступний рік

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Симоненко О. І., Дзюменко О. О. Використання середніх величин та показників варіації в економічних дослідженнях / Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана.

Крістіна Васильченко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра митної справи та товарознавства,
Державний податковий університет
email: kristinavasilenko65@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarova00@ukr.net*

БАЙЄСІВСЬКІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ

Механізм ціноутворення в економіці виступає ключовим інструментом узгодження інтересів виробників і споживачів [1]. Ціна при цьому виконує функцію універсального ринкового індикатора, оперативно відображаючи зміни у співвідношенні попиту та пропозиції [2]. В умовах макроекономічної стабільності динаміка цін набуває більш передбачуваного характеру, що є необхідною передумовою ефективного функціонування ринкової системи [1].

Попит на товари та послуги має динамічний характер і формується під впливом комплексу факторів, серед яких визначальними є рівень доходів населення, споживчі переваги та ціни на товари-замінники [2]. У ситуації, коли обсяг попиту перевищує можливості пропозиції, спостерігається підвищення рівня цін [1]. Відтак аналіз споживчої поведінки є важливим елементом забезпечення цінової рівноваги [3].

Пропозиція, своєю чергою, визначається виробничим потенціалом підприємств [2]. На її формування впливають витрати на ресурси та енергоносії, рівень технологічного розвитку, а також очікування суб'єктів господарювання щодо майбутньої кон'юнктури ринку [3]. Зростання обсягів пропозиції сприяє зменшенню волатильності цін та підвищенню стійкості ринкової системи [1].

Витрати виробництва формують нижню межу ціни, оскільки вони визначають мінімально допустимий рівень реалізації продукції без збитків [2]. У цьому контексті витрати виступають базовим орієнтиром цінової політики підприємств [3]. Більшість коливань цін обумовлені саме змінами у структурі та рівні виробничих витрат [1].

Суттєвий вплив на процес ціноутворення здійснює конкуренція [2]. В умовах досконалої або наближеної до неї конкуренції забезпечується формування економічно обґрунтованих цін [1]. Натомість обмеження конкуренції призводить до зростання ризиків монополізації ринку та можливого викривлення цінових сигналів [3].

Вагому роль у підтриманні ринкової рівноваги відіграє держава, використовуючи інструменти фіскальної та регуляторної політики, зокрема податки, субсидії та контроль за стратегічними ресурсами [4]. Це дозволяє зменшувати рівень економічної нестабільності та згладжувати негативні ринкові коливання [1].

Разом із тим існує низка дестабілізуючих факторів, до яких належать інфляційні процеси, валютні коливання, політична нестабільність та зміни у світовій економічній кон'юнктурі [4]. Вказані чинники ускладнюють процес прогнозування та прийняття управлінських рішень [3].

Сучасний етап розвитку економіки характеризується активним використанням інструментів математичного моделювання та аналізу великих даних (Big Data), що дозволяє підвищити точність прогнозування та ефективність управління ризиками [4].

Особливе місце серед методів аналізу займають байєсівські підходи, які ґрунтуються на поєднанні апріорної інформації з новими емпіричними даними [4]. Вони є ефективними в умовах невизначеності та обмеженості інформації, забезпечуючи можливість:

- оцінювання ризиків інвестиційних та фінансових рішень;
- прийняття обґрунтованих управлінських рішень за неповної або суперечливої інформації;
- моделювання складних економічних процесів, включаючи макроекономічні та валютні ризики [4].

Таким чином, ціноутворення виступає фундаментальним механізмом функціонування економіки, що забезпечує ефективний розподіл ресурсів і підтримання ринкової рівноваги [1]. У періоди економічної нестабільності саме передбачуваність цінових процесів є основою довгострокового планування [3].

Застосування сучасних аналітичних підходів, зокрема байєсівських моделей, дозволяє суттєво знизити рівень невизначеності та підвищити адаптивність економічних суб'єктів до змін середовища [4]. Формування прозорого та передбачуваного ринкового середовища є необхідною умовою сталого економічного розвитку та зміцнення довіри до економічної системи [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mankiw N. G. Principles of Economics. 9th ed. Boston : Cengage Learning, 2021. 864 p.
2. Samuelson P. A., Nordhaus W. D. Economics. 20th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019. 800 p.
3. Varian H. R. Intermediate Microeconomics: A Modern Approach. 9th ed. New York : W. W. Norton & Company, 2019. 640 p.
4. Greene W. H. Econometric Analysis. 8th ed. New York : Pearson, 2020. 1096 p.

Яна Вдовичин,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,*

Державний податковий університет

email: yana.vdovychyn@dpu.edu.ua ;

Лілія Скасків,

доцент кафедри вищої і прикладної математики,

Державний податковий університет

email: liliaskaskiv@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНИХ ІТ-СИСТЕМАХ ТА АНАЛІЗ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ

Інформаційні системи є важливою складовою сучасного суспільства, оскільки забезпечують процеси збору, обробки, зберігання та передачі інформації за допомогою комп'ютерних засобів і цифрових мереж. Їх стрімкий розвиток сприяв модернізації багатьох сфер суспільного життя, зокрема економіки та фінансового сектору, які поступово перейшли у цифровий формат функціонування. Унаслідок цифровізації фінансових відносин і вдосконалення глобальної ІТ-інфраструктури виникли нові форми активів, існування та обіг яких базуються на використанні сучасних цифрових рішень.

Однією з ключових основ, що забезпечує функціонування таких активів, стала система блокчейн, головною ідеєю якої було створення технології, яка вирішить питання прав на інтелектуальну власність, зокрема, у сфері інформаційних систем та технологій [1]. Вона являє собою децентралізований спосіб збереження даних, у межах якого інформація фіксується у вигляді послідовно пов'язаних блоків і захищається криптографічними методами, що гарантує її цілісність, прозорість та захищеність від несанкціонованого втручання. Дослідження свідчать, що технологія блокчейн найактивніше вивчається у сфері комп'ютерних наук, інженерії та математики, проте її застосування також поширюється на бізнес, соціальні науки, медицину, енергетику та інші галузі, що підтверджує її універсальність і значний потенціал для використання в різних сферах діяльності [2].

Важливою перевагою блокчейну є високий рівень безпеки, що досягається завдяки використанню складних математичних алгоритмів, зокрема елементів теорії ймовірності та криптографічних методів. Теорія ймовірності в даному

випадку допомагає оцінювати можливість виникнення ризиків, прогнозувати надійність роботи системи та зменшувати ймовірність технічних помилок або зовнішнього втручання. Саме завдяки математичним розрахункам забезпечується стабільність функціонування мережі та підтвердження достовірності інформації, що в ній зберігається.

Одним із практичних інструментів теорії ймовірності є розподіл Пуассона [3], що використовується для моделювання випадкових подій, які відбуваються незалежно одна від одної протягом певного проміжку часу. Даний розподіл дозволяє визначити ймовірність того, скільки разів певна подія може відбутися за фіксований часовий інтервал.

Математично розподіл Пуассона виражається формулою:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!},$$

де: $P(X = k)$ – ймовірність того, що подія відбудеться k разів;

λ – середня кількість подій за певний період часу;

e – математична стала ($\approx 2,718$);

$k!$ – факторіал числа k .

У сфері блокчейн-технологій цей розподіл може застосовуватися для прогнозування кількості транзакцій, що надходять до мережі протягом визначеного часу. Наприклад, якщо в середньому система обробляє 10 транзакцій за хвилину, то за допомогою формули Пуассона можна визначити ймовірність того, що за одну хвилину буде виконано, наприклад, 8, 10 або 15 транзакцій.

Крім того, такий підхід використовується для аналізу технічної стабільності мережі. Якщо відомо, що в середньому в системі виникає 2 критичні помилки на добу, можна математично розрахувати ймовірність того, що протягом дня не виникне жодної помилки або, навпаки, їх буде більше від очікуваного значення. Це дозволяє фахівцям оцінювати ризики, прогнозувати навантаження на систему та завчасно виявляти потенційні проблеми.

Приклад практичного застосування розподілу Пуассона для оцінки інтенсивності подій у мережі можна представити у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Моделювання інтенсивності транзакцій
у блокчейн-мережі протягом години

Кількість подій за годину	Приклад у блокчейн-системі	Практичне значення
0–5 подій	низька кількість транзакцій	мережа працює стабільно
6–15 подій	середнє навантаження	нормальний режим роботи
16–25 подій	підвищена активність користувачів	необхідний контроль швидкості обробки
понад 25 подій	перевантаження мережі	ризик затримок або помилок

Таким чином, використання розподілу Пуассона дає можливість не лише математично аналізувати інтенсивність транзакцій у блокчейн-мережах, але й прогнозувати ймовірність виникнення технічних збоїв, що є важливим для забезпечення стабільної, безпечної та ефективної роботи сучасних цифрових платформ.

Перспективність використання блокчейн-технологій зумовлюється їх здатністю забезпечувати високий рівень автоматизації, прозорості та захисту інформації в цифровому середовищі. У подальшому розвиток таких систем сприятиме вдосконаленню електронного документообігу, автоматизації фінансових процесів та створенню нових цифрових сервісів. При цьому застосування математичних методів аналізу дозволить підвищувати ефективність роботи мереж, оптимізувати навантаження на систему та мінімізувати ризики технічних збоїв.

Отже, розвиток інформаційних технологій та цифровізація фінансової сфери сприяли активному впровадженню блокчейн-систем у сучасне суспільство. Блокчейн сьогодні використовується не лише у фінансових операціях, а й у медицині, логістиці, державному управлінні та багатьох інших галузях, що свідчить про його універсальність та ефективність. Важливу роль у забезпеченні стабільності та безпеки функціонування таких систем відіграють математичні методи, зокрема теорія ймовірності. Застосування розподілу Пуассона дозволяє прогнозувати інтенсивність транзакцій у мережі, оцінювати можливість виникнення технічних збоїв та аналізувати рівень навантаження на систему. Таким чином, поєднання ІТ-розробок, блокчейн-архітектури та математичного моделювання створює основу для подальшого розвитку надійних і безпечних цифрових платформ у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балазюк О., Пилявець В. Технологія блокчейн: дослідження суті та аналіз сфер використання. *Економіка та суспільство*. 2022. № 43. URL : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-13> (дата звернення: 13.04.2026).

**III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених:
Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики**

2. Мельниченко О., Гартінгер Р. Роль технології блокчейн у розвитку бухгалтерського обліку та аудиту. *European cooperation*. 2016. Т. 7 (14). С. 9–19. URL : <https://we.clmconsulting.pl/index.php/we/article/viewFile/191/1146> (дата звернення: 13.04.2026).

3. Теорія ймовірностей та математична статистика. Частина 2. Випадкові величини: Лекції і практикум : навч. посіб. / уклад. І. В. Веригіна, О. В. Островська. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 77 с. URL : <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4c25bed3-0ae6-4677-b2d2-aa3d047c2910/content> (дата звернення: 13.04.2026).

Карина Дідківська,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра публічних фінансів,
Державний податковий університет
email: karynadidkivska@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoo@ukr.net*

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

Спектр актуальних методик економіко-математичного моделювання (ЕММ) включає різноманітні підходи, зокрема стохастичне, імітаційне та оптимізаційне моделювання, а також аналіз динамічних часових рядів. Використання зазначеного інструментарію дозволяє здійснювати всебічне дослідження господарських явищ, що, своєю чергою, сприяє прийняттю більш виважених управлінських рішень у період ринкової нестабільності [1].

В Україні одним із практичних прикладів використання ЕММ є система прогнозування податкових надходжень, що реалізується за участі Міністерства фінансів України, Національного банку України та Державної податкової служби. Зазначена модель базується на багатофакторному підході, який передбачає аналіз впливу ключових макроекономічних індикаторів та виявлення між ними статистичних взаємозв'язків [1].

У межах моделі використовуються такі змінні:

- T_t – обсяг податкових надходжень у період t ;
- GDP_t – валовий внутрішній продукт;
- CPI_t – індекс споживчих цін;
- EXR_t – валютний курс;
- IMP_t – обсяг імпорту;
- ε_t – випадкова складова (похибка моделі).

Вивчення особливостей великих даних є важливим етапом для розуміння вимог для математичних моделей. Розуміння характеристик, таких як обсяг, швидкість, різноманітність, достовірність та цінність, дозволяє правильно вибрати методи та моделі для їх обробки і аналізу, а також адаптувати їх до специфічних умов обчислювального середовища.

**Таблиця 1 –Вплив характеристик великих даних
на вибір математичних моделей для їх обробки та аналізу**

Характеристика	Вплив на моделювання	Типи моделей і методи
1. Обсяг	Великі обсяги даних вимагають застосування масштабованих моделей для ефективної роботи в потужних обчислювальних середовищах	Розподілені обчислення (Hadoop, Spark), алгоритми зниженої складності, паралельна обробка (багатоядерні чи GPU-обчислення)
2. Швидкість	Швидкий потік даних потребує адаптивних моделей, що можуть змінювати параметри в реальному часі	Алгоритми онлайн-навчання, потокові моделі, моделі з низькою затримкою (для високочастотних систем і IoT)
3. Різноманітність	Дані можуть бути в різних форматах, що потребує гнучких моделей для їх обробки	Глибокі нейронні мережі (CNN, RNN) для зображень, текстів, відео, гібридні моделі, мультиінформаційне моделювання
4. Достовірність	Низька якість даних вимагає моделей, що можуть працювати з шумом і варіаціями	Методи очищення даних, регресія стійка до викидів (robust regression), виявлення аномалій
5. Цінність	Моделі повинні бути не лише точними, а й зрозумілими для обґрунтованого прийняття управлінських рішень	моделі з високим рівнем інтерпретованості, зокрема дерева рішень та методи на кшталт SHAP-аналізу, які поєднують функції прогнозування й оптимізації

Джерело: сформовано автором на основі [2, с. 1704].

Застосування математичних моделей у фінансах зумовлене потребою в якісному управлінні ризиками та передбаченні ринкової кон'юнктури. Завдяки моделюванню стає можливим не лише ідентифікувати загрози (наприклад, банкрутство), а й формувати стратегію їх нейтралізації. Використання прогнозних моделей сприяє раціоналізації бюджетного процесу. Водночас ефективність цих методів може знижуватися під тиском зовнішніх дестабілізуючих факторів, що зумовлює необхідність індивідуального підбору інструментарію [3].

Особливу увагу сьогодні привертають підходи на основі Machine Learning. Вони вирізняються високою результативністю, оскільки здатні ефективно аналізувати великі обсяги інформації. На противагу класичним регресійним моделям, інтелектуальні алгоритми швидше підлаштовуються під нові умови, що є критично важливим для забезпечення стабільності управлінських процесів.

Процес побудови економіко-математичної моделі включає кілька етапів, що починаються з формулювання задачі, визначення змінних та обмежень. Далі

створюється описова модель, що включає гіпотези та припущення, а потім вона формалізується у вигляді математичних рівнянь і логіко-математичних зв'язків. Наступним етапом є вибір методів для обчислень і розробка програмного забезпечення. Після цього модель перевіряється на відповідність реальним даним, а отримані результати використовуються для прийняття рішень [4; 5].

Математичне моделювання відіграє ключову роль у фінансовій сфері, зокрема для оцінки ризиків і прогнозування майбутніх економічних тенденцій. Однак для досягнення точності результатів необхідно враховувати специфічні характеристики великих даних, такі як обсяг, швидкість та різноманітність, а також застосовувати відповідні моделі та методи, які будуть гнучкими до змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крамської Д. Ю., Сусліков С. В., Крамської О. Ю. Значення економіко-математичного моделювання та інформаційних систем для розвитку бізнесу в умовах диджиталізації економіки. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2025. Т. 6, № 209. С. 42–58.
2. Бубновська І. Математичне моделювання в аналізі великих даних. *Наука і техніка сьогодні*. 2025. № 6 (47). С. 1700–1713.
3. Косарук О. М. Сучасні проблеми і методи математичного моделювання в економіці та менеджменті. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. Т. 9, № 279. С. 216–226.
4. Куклінова Т., Чепурна О., Мельник Є. Економіко-математичне моделювання: синергія аналітики, менеджменту та штучного інтелекту. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 4 (55). С. 231–236.
5. Костриця Б., Ярова О. Роль математичних методів у визначення оптимальних ставок по кредитах в Україні. *Математичні методи та цифрові технології в економіці* : II Всеукраїнська конференція молодих вчених, м. Ірпінь, 17 квітня 2025 / Державний податковий університет. Ірпінь, 2025. С. 36–40.

Вікторія Дробот,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
email: vikadrobot5@knu.ua ;*

Богдан Пацай,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра статистики, інформаційно-аналітичних систем і демографії,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
email: patsai@knu.ua*

СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА МІЖРЕГІОНАЛЬНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ВИНОРОБНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Виноробство є однією з ключових галузей аграрного сектору України, що поєднує економічну, культурну та інноваційну складові. В умовах глобалізації, зміни клімату та наслідків воєнних дій перед галуззю постають нові виклики, пов'язані з підвищенням ефективності виробництва й забезпеченням стабільної якості продукції. Переважна більшість існуючих досліджень виноробства в Україні має описовий або маркетинговий характер, тоді як кількісні методи оцінювання ефективності підприємств залишаються мало застосованими [1; 2].

Метою дослідження є статистична оцінка чинників, що визначають дохід від реалізації виноробної продукції в Україні, та виявлення міжрегіональних особливостей діяльності підприємств. Здійснено перевірку гіпотез щодо статистично значущих відмінностей між регіонами та впливу сортових характеристик винограду на фізико-хімічні властивості вина.

Методологія та дані. Емпіричну базу сформовано на основі відкритих даних про 38 виноробних підприємств семи областей України: Одеської, Миколаївської, Херсонської, Закарпатської, Київської, Чернігівської та Донецької [3]. До вибірки включено як великі виробники («Shabo», «Koblevo», «Prince Trubetskoy»), так і крафтові підприємства («Beykush Winery», «Stakhovsky Wines»). Для аналізу застосовано регресійний аналіз (OLS), структурний аналіз і дисперсійний аналіз (ANOVA) у середовищах IBM SPSS та Python/pandas. Перевірено мультиколінеарність (VIF), нормальність залишків (тест Шапіро–Уїлка) та автокореляцію (Durbin–Watson) [4].

Структура виноробної галузі. Аналіз вибірки показав, що в структурі підприємств переважають малі виробники ($\approx 55\%$), середніх – лише 13% ,

**Секція 2. Математичне моделювання економічних процесів
в умовах невизначеності**

великих – близько 32 %. У структурі виробництва домінують білі вина (≈ 52 %), червоні складають 44 %, рожеві – 4 %. Переважаючим типом є сухе вино (понад 80 %), що свідчить про орієнтацію на європейські споживчі стандарти. Найпоширенішими сортами є Шардоне і Каберне Совіньйон [5].

Регресійна модель доходу. Регресійну модель побудовано методом найменших квадратів (OLS) для оцінки впливу виробничих характеристик на дохід від реалізації (таблиця 1). Модель характеризується коефіцієнтом множинної кореляції $R = 0,991$ і коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,982$ ($F = 229,02$; $p < 0,001$), що підтверджує її загальну статистичну значущість.

Таблиця 1 – Коефіцієнти регресійної моделі доходу
від реалізації виноробної продукції

Змінна	b*	b	t-статистика	p-значення	Значущість
Вільний член (Intercept)	–	-11 232 823	-0,194	0,848	н/з
Кількість працівників	1,006	1 984	33,553	0,000	$p < 0,001$ ***
Вміст алкоголю	0,044	2 413 956	0,819	0,419	н/з
Рік виробництва	0,011	5 372	0,188	0,852	н/з
Витримка	-0,069	-10 182	-0,755	0,456	н/з
Продано пляшок за рік	0,014	0	0,442	0,662	н/з
Кількість виногр./пляш.	0,035	94 286	0,471	0,641	н/з
Час виготовлення (міс.)	-0,028	-4 222	-0,224	0,824	н/з

Примітка: *** – $p < 0,001$; н/з – не значущо.

Джерело: розраховано авторами на основі [3].

Єдиним статистично значущим чинником виявлено кількість працівників ($p < 0,001$), тоді як вміст алкоголю, рік виробництва, витримка та кількість виноматеріалу на пляшку статистично значущого впливу не виявили. Це свідчить про провідну роль трудових ресурсів у доходуутворенні та нижчу капіталоінтенсивність

вітчизняного виноробства порівняно з підприємствами Італії чи Іспанії [1]. Статистика Дарбіна–Уотсона ($DW = 1,275$) вказує на легку позитивну автокореляцію, що потребує врахування у подальших дослідженнях.

Кореляційний аналіз. Між вмістом алкоголю та кислотністю вина виявлено сильний негативний зв'язок ($r = -0,885$; $p < 0,001$): зі зростанням кислотності на одиницю вміст алкоголю знижується на 1,789 одиниці. Побудована лінійна модель підтвердила адекватність ($R^2 = 0,782$; $DW = 2,061$), що свідчить про відсутність автокореляції залишків. Інші технологічні показники (витримка, рік виробництва, кількість виноматеріалу) статистично значущих кореляцій не виявили. Виявлена залежність відповідає загальновизнаним закономірностям виноробства [2].

Дисперсійний аналіз і регіональна структура. Однофакторний ANOVA засвідчив наявність достовірних міжрегіональних відмінностей у доходах підприємств ($p = 0,0063 < 0,05$). Найвищі середні доходи зафіксовано в Одеській та Донецькій областях, найнижчі – у Чернігівській та Київській, де виноробство лише розвивається. Для показників кислотності та вмісту алкоголю значущих міжрегіональних відмінностей не виявлено. Водночас середній вміст алкоголю статистично відрізняється між сортами винограду ($p = 0,000025$), що підтверджує вплив сорту на фізико-хімічні властивості вина [4].

Значна варіативність фінансових результатів між регіонами свідчить про нерівномірність інфраструктурного розвитку та доступу до ринків збуту, що обумовлює потребу в диференційованих регіональних програмах підтримки малого виноробства.

Висновки. Регресійний аналіз підтвердив лінійну залежність між виробничими характеристиками та доходом виноробних підприємств ($R^2 = 0,982$). Єдиним статистично значущим фактором є кількість працівників ($p < 0,001$). Дисперсійний аналіз засвідчив достовірні міжрегіональні відмінності доходів ($p = 0,0063$) та суттєвий вплив сорту винограду на вміст алкоголю ($p = 0,000025$). Структура галузі характеризується домінуванням малих виробників і переважанням сухих білих вин, що відповідає загальноєвропейським тенденціям [1; 5]. Запропонований комплексний статистичний підхід може використовуватись для прогнозування доходів і формування регіональних стратегій розвитку виноробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wine Economics and Trade Outlook 2023 / OECD. Paris : OECD Publishing, 2023. 124 p.

2. State of Agricultural Markets 2022: Agri-food Systems Transformation / FAO. Rome: FAO, 2022. 172 p.
3. Державна служба статистики України. URL : <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.11.2025).
4. Corsi A., Bonn M., Dal Bianco A. Economic Performance of Wine Enterprises under Climate Change. *Wine Economics and Policy*. 2023. Vol. 12, No. 1. P. 24–39.
5. Eurostat. Agricultural and Wine Production Statistics. 2024 Edition. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата звернення: 10.11.2025).

Єлизавета Зелінська,

аспірантка кафедри смарт-економіки

email: salii.yu@knutd.edu.ua ;

Олена Будякова,

кандидат економічних наук, доцент,

кафедра смарт-економіки,

Київський національний університет технологій та дизайну

email: budyakova.ou@knutd.edu.ua

БАЙЄСІВСЬКЕ ОЦІНЮВАННЯ МАСШТАБІВ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Тіньова економіка є одним із ключових явищ у функціонуванні держави, що суттєво спотворює офіційну статистику та ускладнює прийняття владою обґрунтованих управлінських рішень. За оцінками Міжнародного валютного фонду, середній розмір тіньового сектору у 158 країнах світу впродовж 1991–2015 рр. становив 31,9 % ВВП [1]. В умовах повномасштабної збройної агресії проти України масштаби неформальної економіки суттєво зросли – за різними оцінками, від 31,4 % ВВП у 2021 р. до понад 38 % у 2022–2023 рр. Головна методологічна проблема моделювання полягає в тому, що тіньова економіка є латентним явищем, тобто безпосереднє і точне вимірювання її обсягів принципово неможливе. Це обумовлює значну необхідність застосування непрямих методів оцінювання, серед яких пріоритетне місце займає байєсівський підхід, так як поєднує апарат роботи з неповними даними та розширений математичний інструментарій для моделювання.

Класичні методи оцінювання тіньової економіки – зокрема MIMIC (Multiple Indicators Multiple Causes) та метод попиту на готівку – базуються на фіксованих специфікаціях моделей, що породжує значну невизначеність моделі. Як показано у дослідженні Dybka et al., вибір регресорів у моделі попиту на готівку справляє суттєвий та вкрай країно-специфічний вплив на оцінки тіньового сектору [2]. Байєсівське усереднення моделей (Bayesian Model Averaging, BMA) дозволяє явно врахувати цю невизначеність: замість єдиної «правильної» специфікації будується зважена суміш з мільйонів можливих комбінацій змінних, де ваги пропорційні апостеріорним імовірностям кожної моделі.

Для теоретичної реалізації, якщо θ – вектор параметрів моделі, Y – спостережувані дані, $M = \{M_1, M_2, \dots, M_k\}$ – множина конкуруючих специфікацій. Апостеріорний розподіл параметра при ВМА визначається як:

$$p(Y) = \sum_k p(M_k, Y) \cdot p(Y), \quad (1)$$

де $p(Y)$ – апостеріорна ймовірність моделі M , яка обчислюється через байєсівський інформаційний критерій. Дослідження Zhanabekova на основі ВМА із залученням 17 мільйонів комбінацій моделей виявило, що найбільш робастними, тобто не чутливими до відхилень та неоднорідностей, детермінантами тіньової економіки є темпи зростання ВВП, відкритість торгівлі та якість інститутів [3]. Для практичної реалізації алгоритмів МСМС (Markov Chain Monte Carlo) та ВМА ефективно застосовуються пакети BMS, rstanarm і brms мови програмування R, що дозволяє отримувати повні апостеріорні розподіли оцінок разом із довірчими інтервалами.

Порівняно з частотними методами, байєсівський підхід має ряд принципів переваг в контексті оцінювання тіньової економіки при неповних даних. По-перше, він інтегрує апріорну інформацію – наприклад, експертні оцінки Міністерства економіки або дані МІМІС-моделей попередніх років – в процес оновлення оцінок при надходженні нових даних. По-друге, замість точкових оцінок байєсівський метод пропонує повний апостеріорний розподіл шуканого параметра, що дозволяє коректно кількісно оцінити невизначеність. Дослідження Nguyen et al. підтвердило, що зростання рівня економічної невизначеності статистично значимо збільшує розміри тіньового сектору у довгостроковій перспективі [4]. По-третє, МСМС-симуляції дають змогу оцінювати складні нелінійні структурні моделі, нереалістичні для класичних методів.

При тому, що частотні методи традиційно домінують в економетричному аналізі, їх можливості є обмеженими в умовах неповноти даних і інформаційної невизначеності, а також і складних структурних залежностей. Натомість байєсівський підхід дозволяє інтегрувати апріорну інформацію, отриману з експертних оцінок або попередніх досліджень (зокрема, МІМІС-моделей), а також формувати повний розподіл ймовірностей для оцінюваних параметрів. Це забезпечує більш гнучкий і реалістичний інструментарій аналізу. У таблиці 1 представлено порівняння байєсівського та частотного підходів для визначення їх відносних переваг і обмежень.

**Таблиця 1 – Порівняння байєсівського та частотного підходів
при оцінюванні тіньової економіки в умовах невизначеності**

Критерій	Байєсівський підхід	Частотні методи
Використання інформації	Інтегрує апіорні дані (експертні оцінки, попередні моделі, зокрема MIMIC)	Використовує лише наявні вибіркові дані
Результат оцінювання	Повний апостеріорний розподіл параметра	Точкові оцінки та довірчі інтервали
Оцінка невизначеності	Пряма та повна (через розподіл)	Обмежена (через асимптотичні властивості)
Робота з новими даними	Природне оновлення оцінок (байєсівське оновлення)	Потрібна переоцінка моделі
Складні моделі	Ефективно працює через МСМС-симуляції	Обмежений у складних нелінійних моделях
Гнучкість	Висока (можна включати різні джерела інформації)	Нижча
Емпіричні підтвердження	Дослідження Nguyen et al. показує зв'язок невизначеності з ростом тіньової економіки	Часто складніше врахувати такі ефекти

Джерело: власна розробка авторів на основі [4].

Отже, байєсівський підхід є методологічно найбільш математично точним підходом до аналізу тіньової економіки в умовах інформаційної невизначеності, адже латентність досліджуваного явища та фундаментальна неповнота даних є не технічним обмеженням, а невід'ємною характеристикою предмета дослідження. Застосування ВМА і МСМС-симуляцій засобами R дозволяє не лише отримати більш надійні оцінки масштабів тіньового сектору, але й явно квантифікувати модельну та параметричну невизначеність, що є принциповим для науково обґрунтованого формування економічної політики, зокрема в антикризовому контексті. Важливо зазначити, Schneider та Buehn наголошують на принциповій важливості чіткого розуміння методологічних обмежень кожного методу оцінювання для правильної інтерпретації результатів [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Medina, L., & Schneider, F. (2018). Shadow economies around the world: What did we learn over the last 20 years? *IMF Working Papers*, 2018 (17). DOI : <https://doi.org/10.5089/9781484338636.001>
2. Dybka, P., Olesiński, B., Rozkrut, M., & Torój, A. (2023). Measuring the model uncertainty of shadow economy estimates. *International Tax and Public Finance*, 30 (4), 1069–1106. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10797-022-09737-x>

3. Zhanabekov, S. (2022). Robust determinants of the shadow economy. *Bulletin of Economic Research*, 74, 1017–1052. DOI : <https://doi.org/10.1111/boer.12330>
4. Nguyen, C. P., Huynh, T. L. D., & Su, T. D. (2022). When “uncertainty” becomes “unknown”: Influences of economic uncertainty on the shadow economy. *Annals of Public and Cooperative Economics*. DOI : <https://doi.org/10.1111/apce.12336>
5. Schneider, F., & Buehn, A. (2018). Shadow economy: Estimation methods, problems, results and open questions. *Open Economics*, 1 (1), 1–29. DOI : <https://doi.org/10.1515/openec-2017-0001>

Богдан Іваночко,

*доктор філософії з економіки, асистент кафедри обліку і оподаткування,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
email: bohdan.ivanochko@cnu.edu.ua*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОРОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

В умовах воєнного стану та посилення соціально-економічної нестабільності зростає значення дослідження розвитку територіальних громад як базового елементу економічної системи. Сучасні трансформації регіональної економіки супроводжуються змінами у зайнятості населення, демографічній структурі, мобільності трудових ресурсів і фінансовій спроможності місцевого самоврядування. Соціально-економічний розвиток територіальної громади є складним процесом, який передбачає якісні зміни в економіці і суспільстві громади, він передбачає не лише зростання надходжень до місцевого бюджету, а й зростання доходів і зайнятості населення громади, покращення систем охорони здоров'я та освіти, соціальної сфери, забезпечення екологічної безпеки, створення умови для індивідуального розвитку людини, а також оновлення та будівництва комунальної інфраструктури [1]. Територіальні громади відіграють ключову роль у забезпеченні економічної стійкості та адаптації до кризових умов, формуючи передумови для відновлення економічної активності на локальному рівні. Їх розвиток відбувається не ізольовано, а у тісній взаємодії, що визначає необхідність врахування міжтериторіальних зв'язків у межах регіону.

Вплив соціально-економічного розвитку територіальних громад на регіональну економіку визначається системою локальних економічних, просторових і транспортних зв'язків між ними. Громади області суттєво відрізняються за рівнем розвитку, структурою господарства та демографічним потенціалом, що зумовлює їх різну роль у формуванні регіональної економіки. При цьому міські громади, як правило, мають вищу інвестиційну привабливість і кращу ресурсну забезпеченість, тоді як сільські території характеризуються обмеженими фінансовими можливостями та нижчим рівнем економічної активності.

З урахуванням диференціації територіальних громад актуальним є кількісне оцінювання їх ролі у регіональній економіці та рівня взаємозв'язків між ними. Для цього застосовується комплексний економіко-математичний підхід, що поєднує статистичні та просторово-економічні методи. Кожна громада описується системою показників, які характеризують її соціально-економічний розвиток [2]. До таких показників відносяться: чисельність населення, кількість

активних юридичних осіб, кількість активних фізичних осіб-підприємців, дохід юридичних осіб, активи юридичних осіб, доходи місцевого бюджету, податкові надходження, обсяг капітальних видатків, відстань між громадами та обласним центром. Для забезпечення порівнянності показників використовується їх нормалізація методом Мін-Макс із приведенням до інтервалу (0; 1) [3]. Інтегральна оцінка економічної спроможності громади визначається через систему ваг, сформованих на основі поєднання структурно-функціонального підходу та методу головних компонент (РСА). Такий підхід дозволяє врахувати як типологічні характеристики громад, так і варіацію їх фактичних соціально-економічних параметрів. Додатково у моделі враховується просторовий фактор шляхом введення коригувальних коефіцієнтів залежно від положення громади: обласний центр – 1,00; громади агломерації – 0,75; громади з регулярним транспортним сполученням – 0,50; віддалені громади – 0,25. Це дозволяє формалізувати вплив просторової доступності та транспортної інтеграції на міжгромадську взаємодію.

$$W_i = a_k \sum_{j=1}^n w_j^{(k)*} x_{ij}, \quad (1)$$

де W_i – зважений (комполітний) індекс громади i ;

a_k – ваговий коефіцієнт типу громади;

$w_j^{(k)}$ – ваги показників, визначені методом РСА у межах типу громади k ;

x_{ij} – нормалізовані показники громади i .

Для кількісного оцінювання взаємодії між громадами застосовується гравітаційна модель [18], яка дозволяє формалізувати інтенсивність економічних і соціальних зв'язків залежно від економічної ваги територій та їх просторової віддаленості. Це дає змогу оцінити рівень інтегрованості громад і визначити центри економічного тяжіння. У моделі показник відстані D інтерпретується як транспортна доступність і визначається на основі відстані автомобільними дорогами між громадами та обласним центром, який розглядається як ключове економічне ядро концентрації ресурсних потоків.

$$I_{ij} = G * \frac{W_i * W_0}{D_{i0}^2}, \quad (2)$$

де I_{ij} – інтенсивність економічного зв'язку громади i з обласним центром;

W_i та W_0 – ваги громади i і обласного центру (відповідно);

D_{i0} – відстань по автомобільних дорогах від громади i до обласного центру;

G – коефіцієнт пропорційності, що відображає масштаб взаємодії.

У даному дослідженні приймається рівним 1, оскільки розрахунки здійснюються у відносних одиницях для порівняльного аналізу економічних зв'язків між громадами області.

Наступним етапом є формування інтегрального індексу громади, який відображає рівень її включеності в економічний простір регіону. Показник характеризує інтенсивність міжгромадських зв'язків (трудових, фінансових, торговельних): високі значення свідчать про центральну роль громади, низькі – про її периферійність та слабку інтеграцію в економічні процеси.

$$I_i = \sum_{j \neq i} I_{ij}, \quad (3)$$

де I_i – інтеграційний індекс громади i ;

I_{ij} – інтенсивність зв'язку між громадами i та j .

Завершальним етапом є розрахунок регіонального інтеграційного індексу, який узагальнює сукупність міжгромадських взаємодій. Показник відображає середній рівень інтегрованості територій та ступінь просторово-економічної єдності регіону: високі значення свідчать про збалансованість і взаємозалежність громад, низькі – про диспропорції розвитку та слабку інтеграцію.

$$I_{reg} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i, \quad (4)$$

де I_{reg} – загальний регіональний інтеграційний індекс;

N – кількість територіальних громад у регіоні;

I_i – інтеграційний індекс громади i .

Таким чином, запропонований комплексний економіко-математичний підхід дозволяє кількісно оцінити соціально-економічний розвиток та взаємодію територіальних громад, визначити їхню вагу у регіональній економіці та просторову інтегрованість. Використання нормалізованих показників, методів головних компонент та гравітаційної моделі забезпечує формалізацію взаємозв'язків між громадами і дозволяє виокремити ключові центри економічного тяжіння, що створює основу для подальшого аналізу та підтримки збалансованого розвитку регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баланюк І. Ф., Іваночко Б. Р. Інвестиційне забезпечення соціально-економічного розвитку територіальних громад : монографія. Івано-Франківськ : Фоліант, 2025. 200 с.

2. Іваночко Б. Методичні підходи до діагностики соціально-економічного розвитку територіальних громад. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. Серія: Економічні науки. 2025. № 4 (96), т. 1. С. 76–83.

3. Mazziotta, M., Pareto, A. Normalization methods for spatio-temporal analysis of environmental performance: A review of the Min–Max method. *Environmetrics*. 2022. № 33 (5). DOI : <https://doi.org/10.1002/env.2730>

Катерина Колеснік,

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня;

Лілія Скасків,

доцент кафедри вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧА ЦИФРОВИХ ПРОДУКТІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ

У сучасних реаліях модернізація виступає визначальним чинником формування конкурентних переваг. Центральну роль у цьому процесі відіграє цифрова економіка, яка постійно генерує та впроваджує інновації, відкриваючи нові горизонти для бізнесу та ринкових структур. Очікується, що цифрові технології сприятимуть підвищенню продуктивності у різних сферах – від виробництва до логістики та фінансових операцій. Це дозволить скоротити витрати та забезпечити раціональне використання ресурсів. Водночас цифрова трансформація створює значний рівень невизначеності у взаємодії економічних агентів. Тому особливої ваги набуває перехід від інтуїтивного підходу до розробки цифрових продуктів до використання математичних моделей, що базуються на ймовірнісному аналізі поведінки користувачів. Застосування таких методів дає змогу зменшити економічні ризики та аргументовано приймати проєктні рішення в умовах динамічного цифрового середовища [1].

Ефективне проведення сучасних досліджень потребує використання різних методологічних інструментів, здатних працювати в умовах невизначеності та браку достатніх історичних даних щодо розвитку процесів. Важливою перевагою байєсівського аналізу даних (БАД) є те, що він не потребує великих масивів попередньої інформації для побудови моделей. БАД може ґрунтуватися на невеликих вибірках, окремих фактах, експертних оцінках чи поодиноких вимірах. На відміну від частотного підходу, байєсівський аналіз не вимагає численних експериментів для формування вибірок, виконання складних обчислень та усереднення результатів. Водночас у межах БАД можливо використовувати всю доступну інформацію, уточнюючи апріорні знання та визначаючи апостеріорні розподіли. Крім того, ці методи, як і інші ймовірнісно-статистичні підходи, ефективно застосовуються для адаптації структури та параметрів моделей до нових даних, що підвищує їхню адекватність. Концепція байєсівського аналізу, заснована на використанні теореми Байєса, передбачає повторне

Секція 2. Математичне моделювання економічних процесів в умовах невизначеності

застосування при надходженні нових вимірів, фактів чи експертних оцінок. Таким чином, реалізується системний підхід до структурно-параметричної адаптації моделей у процесі отримання нової інформації про досліджувані явища та об'єкти [2].

У практичній частині роботи розглядається використання моделі байєсівського А/В-тестування як альтернативи класичним методам. Основна перевага цього підходу полягає у можливості безперервного оновлення прогнозів ефективності інтерфейсу на основі кожної нової взаємодії користувача. На відміну від традиційних тестів, байєсівська модель дозволяє прямо оцінити ймовірність того, що один варіант дизайну є кращим за інший (наприклад, 95,2 %). Це забезпечує швидше ухвалення рішень щодо впровадження змін, що має критичне значення для економічної оптимізації цифрового продукту [3].

Для демонстрації практичної користі байєсівського підходу розглянемо умовний приклад оптимізації цільової сторінки. Припустимо, дизайнер пропонує новий варіант інтерфейсу (Варіант В), який має підвищити рівень конверсії порівняно з поточним (Варіант А). В умовах обмеженого часу неможливо чекати накопичення великих масивів даних. Використавши байєсівський алгоритм на основі перших 200 взаємодій, ми отримуємо не лише порівняння відсоткових показників, а й оцінку рівня впевненості у перевазі нової версії. Узагальнені результати цього моделювання наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз ефективності варіантів дизайну

Варіант дизайну	Кількість відвідувачів (n)	Кількість цільових дій (k)	Апостеріорна ймовірність успіху
Варіант А (контрольний)	100	5	12%
Варіант В (тестовий)	100	12	88%

Як видно з таблиці, навіть за умов невеликої вибірки байєсівська модель дозволяє з високою ймовірністю (88 %) стверджувати, що Варіант В є більш економічно ефективним. Це створює підґрунтя для дострокового завершення експерименту та масштабування успішного рішення, зменшуючи ризики втрат від недоотриманого прибутку [4].

У ході дослідження було встановлено, що в умовах глобальної економічної нестабільності роль цифрового дизайну трансформується: він перестає бути лише естетичним елементом і набуває дослідницько-прогностичної функції. Використання байєсівського А/В-тестування дає змогу інтегрувати попередній досвід («апріорні знання») у гнучкий процес оновлення інтерфейсних рішень, що базується на реальній поведінці користувачів. Завдяки можливості працювати з

невеликими масивами даних можна швидко відсікати неефективні UX-гіпотези на ранніх етапах, що є критично важливим для стійкості бізнес-моделей. Теоретико-ймовірнісний підхід перетворює інтуїтивні припущення дизайнера на вимірювану «ймовірність переваги» конкретного інтерфейсного рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Комарова О. А. Проблеми та перспективи розвитку цифрової економіки в умовах глобалізації. *Збірник наукових праць КПП імені Ігоря Сікорського. Серія «Менеджмент та маркетинг»*. 2024. Вип. 1. URL : <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/303879> (дата звернення: 09.04.2026).
2. Бідюк П. І., Калініна І. О., Гожий О. П. Байєсівський аналіз даних : монографія. Херсон : Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2021. 208 с.
3. Ahmed I. Beginner's Guide to Bayesian A/B Testing. *Medium*. 2023. URL : <https://medium.com/@ibtesamahmex/beginners-guide-to-bayesian-ab-testing-22f40988d5e6> (дата звернення: 09.04.2026).
4. Бондаренко В. Г., Кравченко Ю. В., Сологуб М. С. Байєсівський аналіз даних : навч. посіб. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с.

Віталіна Міліченко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет податкової справи, обліку та аудиту
email: vitalinamilicenکو@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО В ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Метод Монте-Карло – це чисельний підхід, який широко застосовується у науці й техніці для моделювання систем із випадковими параметрами. Його суть полягає у використанні випадкових чисел для імітації різних сценаріїв розвитку процесів з ймовірнісною природою. Завдяки великій кількості таких імітацій можна отримати достовірну оцінку ймовірностей та статистичних характеристик складних явищ [1].

Цей метод особливо корисний у таких галузях, як математика, фізика, хімія, а також економіка і теорія управління. У фінансових дослідженнях Монте-Карло допомагає прогнозувати економічні показники, оцінювати ризики інвестиційних і кредитних портфелів, а також аналізувати великі масиви даних [2].

Процес застосування методу включає кілька основних кроків:

1. Визначення ключових змінних із невизначеністю, які впливають на досліджувану систему.
2. Задання правдоподібних діапазонів і розподілів ймовірностей для цих змінних – це слугує вхідними даними для моделювання.
3. Проведення серії обчислень із випадковими значеннями параметрів.
4. Аналіз та узагальнення результатів після багаторазового повторення симуляцій для формування висновків [3].

Ще один важливий напрям – планування бюджету та прогнозування грошових потоків у компаніях. Імітації допомагають моделювати різні сценарії розвитку подій, включаючи як сприятливі, так і кризові, що сприяє підвищенню гнучкості управління і збалансованості фінансової політики [1].

Прикладом ефективного застосування методу Монте-Карло є управління персональними фінансами. Наприклад, якщо людина планує накопичення на

покупку нерухомості, вона може порівнювати різні стратегії: депозит у гривні, валютний депозит після конвертації коштів або інвестиції у акції фонду S&P 500. Кожен варіант має свої ризики – зміни процентних ставок, інфляція, валютні коливання та динаміка цін на нерухомість, які можна врахувати як вхідні дані для моделювання. Виконання чисельних симуляцій дозволяє оцінити імовірність досягнення цілі накопичення і вибрати оптимальний варіант інвестицій [2].

Розглянемо ще один приклад із фінансового ринку: інвестування в акції протягом 10 років. Замість того, щоб покладатися на один прогноз, метод Монте-Карло імітує близько 10 000 сценаріїв, враховуючи різні події – від технологічних проривів до непередбачуваних криз чи пандемій. Такі симуляції дають змогу побачити діапазон можливих результатів - наприклад, у 90 % випадків інвестиції приносять прибуток, але існує ймовірність суттєвих втрат у 5 % сценаріїв. Це допомагає інвесторам приймати рішення, уникаючи надмірного оптимізму чи песимізму, і краще розуміти потенційні ризики [3].

Сучасні технології значно спрощують реалізацію методів Монте-Карло – потужні комп'ютери та спеціалізоване програмне забезпечення дозволяють виконувати тисячі і мільйони симуляцій за короткий час. Завдяки цьому можливе оперативне оновлення прогнозів у відповідь на зміну вхідних даних і зовнішніх умов [4].

Отже, метод Монте-Карло стає ключовим інструментом економічних досліджень, що забезпечує глибше розуміння складних процесів, підвищує точність прогнозів і дозволяє ефективніше управляти ризиками. Його застосування відкриває широку перспективу для розвитку фінансового аналізу, стратегічного планування та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Можна сказати, що метод Монте-Карло – це не просто математичний інструмент, а потужний підхід до аналізу невизначеності, який допомагає економістам, інвесторам і управлінцям бачити більше і приймати більш зважені рішення в умовах мінливої реальності [1; 2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бобровський В. І., Петренко О. В. Методи імітаційного моделювання в економічних дослідженнях. К. : Наукова думка, 2018. 256 с.
2. Гринберг М. Д. Чисельні методи у фінансах: Monte Carlo та його застосування. Львів : Видавництво ЛНУ, 2020. 312 с.
3. Коваленко І. П. Ризик-менеджмент і прогнозування на основі методу Монте-Карло. *Економіка та управління*. 2019. № 4. С. 45–53.
4. Смирнов О. В. Сучасні інформаційні технології у фінансовому аналізі. Х. : ТОВ «ІТ Прес», 2021. 198 с.

В'ячеслав Муністер,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: munister@outlook.com ;*

Дар'я Терменжи,

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри кібернетики та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: d.y.termenzhy@dpu.edu.ua*

ФОРМАЛІЗАЦІЯ БАЛАНСОВОЇ ЦІЛІСНОСТІ ТА АТОМАРНОСТІ ПЕРЕКАЗІВ У ЦИФРОВІЙ ФІНАНСОВІЙ СИСТЕМІ

У цифрових фінансових системах операція переказу не може розглядатися лише як прикладний сервісний виклик. З математичної точки зору вона є оператором переходу між станами системи, для якого необхідно забезпечити збереження фінансових інваріантів, недопущення часткового виконання та еквівалентність паралельних обчислень деякому послідовному порядку. Для ARMBank ця проблема є прикладною, оскільки платформа реалізує перекази в реальному часі з атомарним rollback і серверною перевіркою балансу та валідності сесії [1]. Водночас поточна документація PostgreSQL 18 прямо пов'язує коректність конкурентної обробки з транзакціями, ізоляцією Serializable та контрольованою обробкою конфліктів серіалізації [2].

Метою тез є формалізація балансової цілісності та атомарності переказів у цифровій фінансовій системі як задачі збереження інваріанта на множині допустимих станів.

Нехай $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – множина рахунків, а $B(t) = (b_1(t), b_2(t), \dots, b_n(t))$ – вектор балансів у момент часу t . Простір допустимих станів визначимо як множину всіх невід'ємних балансових конфігурацій. Тоді внутрішній переказ суми $x > 0$ з рахунку a_i на рахунок a_j є допустимим лише за умов $i \neq j$ та $b_i(t) \geq x$. За цих умов оператор переходу змінює лише дві координати вектора стану, що дає змогу розглядати переказ як локальне перетворення фінансової системи [3]:

$$\Omega = \{ B \in R_+^n : b_i(t) \geq 0, i = 1, \dots, n \} \quad (1)$$

$$T(i, j, x): B(t) \rightarrow B(t + 1), b_i(t + 1) = b_i(t) - x, b_j(t + 1) = b_j(t) + x \quad (2)$$

Балансова цілісність внутрішнього переказу визначається через інваріант загального ресурсу.

Якщо система замкнена щодо зовнішньої емісії, комісійного списання та поповнення ззовні, то сумарний баланс не змінюється.

Саме тому критерієм коректності виступає не окрема зміна рахунку, а одночасне виконання двох вимог: збереження належності нової конфігурації множині Ω та незмінності інваріанта $I(B)$. У такому разі переказ не породжує ані втрати, ані дублювання коштів у межах транзакційного контуру:

$$I(B) = \sum_{k=1}^n b_k(t), \quad I(T(i, j, x)(B)) = I(B) \quad (3)$$

$$C(T) = 1 \Leftrightarrow [T(B) \in \Omega] \wedge [I(T(B)) = I(B)] \quad (4)$$

Атомарність операції доцільно подати через бінарний предикат завершеності $\alpha \in \{0, 1\}$.

Якщо $\alpha = 1$, відбувається повний перехід у новий стан; якщо $\alpha = 0$, система повертається до вихідної конфігурації без будь-яких часткових наслідків.

Наявність лише двох допустимих значень α усуває проміжні стани типу «списання виконано, а зарахування не відбулося». Саме така модель відповідає транзакційній логіці BEGIN–COMMIT–ROLLBACK, описаній в актуальній документації PostgreSQL [2; 4].

$$b_i(t + 1) = b_i(t) - \alpha x, \quad b_j(t + 1) = b_j(t) + \alpha x, \quad \alpha \in \{0, 1\} \quad (5)$$

У багатокористувацькому середовищі недостатньо гарантувати коректність ізолюваного переказу; необхідно також забезпечити серіалізовану коректність множини одночасних операцій. Якщо $F\parallel$ позначає результат паралельного виконання $T_1, T_2, \dots, T_m$, то коректність досягається тоді й лише тоді, коли цей результат збігається з деякою композицією тих самих транзакцій у послідовному порядку. Така інтерпретація безпосередньо узгоджується з означенням рівня Serializable, для якого успішне завершення групи транзакцій еквівалентне їх виконанню «по одній» у деякому порядку [3].

$$F(T_1, T_2, \dots, T_m) = T\pi(1) \circ T\pi(2) \circ \dots \circ T\pi(m), \quad \pi \in S_m \quad (6)$$

Отже, атомарність переказів можуть бути строго описані в термінах простору допустимих станів, оператора переходу, інваріанта та умови серіалізованої еквівалентності. Практична цінність такої формалізації для ARMBank полягає в тому, що вона задає математичний критерій верифікації транзакційного ядра:

коректний переказ повинен зберігати сумарний баланс, не виходити за межі Ω , не допускати часткових станів та залишатися сумісним із серіалізованою моделлю конкурентного виконання.

Запропонований підхід може бути використаний як основа для подальшого моделювання ризику аномальних операцій, побудови інваріантних тестів і формальної перевірки цифрових фінансових платформ спеціалізованого призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ARMBank – банківська платформа / Офіційна сторінка проєкту. URL : <https://munister.com.ua/army-bank/> (дата звернення: 07.04.2026).
2. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18 Documentation. Transactions. URL : <https://www.postgresql.org/docs/current/tutorial-transactions.html> (дата звернення: 07.04.2026).
3. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18 Documentation. Transaction Isolation. URL : <https://www.postgresql.org/docs/current/transaction-iso.html> (дата звернення: 07.04.2026).
4. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18 Documentation. Serialization Failure Handling. URL : <https://www.postgresql.org/docs/current/mvcc-serialization-failure-handling.html> (дата звернення: 07.04.2026).

Анастасія Новосад,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет податкової справи, обліку та аудиту
email: novisadnasta@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ЕКОНОМІКИ

На сьогодні питання визначення та застосування економіко-математичних моделей у межах мілітаризованої економіки залишаються предметом активних наукових дискусій. Використання спеціалізованих методологічних інструментів для аналізу споживчої поведінки та оцінки реакцій ринку дозволяє глибше досягнути поточні виклики та стратегічні можливості України. Попри те, що країна володіє значним ресурсом для нарощування ВВП, розвитку ринку праці та зміцнення продовольчої безпеки, вітчизняні підприємства змушені працювати в умовах високих ризиків: від логістичного колапсу до загальної ринкової нестабільності, спричиненої війною [1].

Сучасний бізнес намагається знайти баланс між вимогами воєнного часу та необхідністю підтримувати стабільну виробничу мотивацію. У цьому контексті математичні моделі стають інструментом оптимізації витрат через аналіз різних сценаріїв розвитку подій. Це має критичне значення для виживання бізнесу та налагодження логістики у складних умовах [2].

Зокрема, існують різні підходи до ресурсного забезпечення виробництва:

- *Децентралізований*: пасивна модель постачання.
- *Централізований*: активна форма управління потоками.
- *Інтегрований («точно вчасно»)*: система, запозичена з японського досвіду («канбан»), що передбачає жорстке календарне планування. У таку схему залучаються і постачальники, які відвантажують матеріали «з коліс», що дозволяє звести складські запаси до мінімуму [3].

Математичне моделювання ринкових процесів дозволяє мінімізувати фінансові втрати та розробляти стратегічні плани. Використання статистичних та ймовірнісних підходів дає змогу прогнозувати майбутні події, тоді як методи оптимізації допомагають раціонально розподіляти дефіцитні ресурси.

Приклади стратегічних концепцій:

– *Виробнича*: фокусується на збільшенні обсягів та зниженні собівартості продукції.

– *Продуктова*: ставить у пріоритет вдосконалення якісних характеристик товарів [4].

Технології Big Data створюють базу для вивчення ринкових трендів та трансформації бізнесу відповідно до потреб споживачів. Яскравим прикладом є моделювання розподілу пального між оборонним та цивільним секторами. За допомогою лінійного програмування можна створити модель, яка мінімізує логістичні витрати, враховуючи пошкодження інфраструктури та необхідність підтримки мобільності населення. Результатом є збалансований план, що підвищує стійкість системи постачання [2].

Пріоритетом сучасності є впорядкування ланцюгів постачання та подолання дефіциту ресурсів. Логістичний підхід базується на гармонізації матеріальних потоків – від сировини до кінцевого споживача – з метою оптимізації витрат через систему економічних компромісів.

Ефективність підприємства також залежить від управління фінансами та інвестиціями. Основними джерелами фінансування виступають:

- Власний статутний капітал та прибуток.
- Амортизаційні кошти та пайові внески.
- Зовнішні ресурси: банківські позики та державні субсидії [1].

Інвестиції, що включають кошти, майно та інтелектуальні цінності («ноу-хау»), можуть бути прямими, фінансовими, державними чи приватними з різними термінами реалізації. Математичний апарат допомагає розрахувати їхній оптимальний обсяг для підтримки життєздатності бізнесу [4].

Для ілюстрації роботи економіко-математичних моделей у воєнній економіці можна розглянути приклад оптимізації розподілу пального між військовими та цивільними структурами. Використовуючи методи лінійного програмування, можна побудувати модель, яка мінімізує загальні витрати на логістику та транспортування, при цьому забезпечуючи критично важливий запас пального для військових операцій. Модель враховує обмежені ресурси, ризики пошкодження інфраструктури та необхідність підтримання мобільності цивільного населення. Результатом стає оптимальний план розподілу, який дозволяє раціонально використовувати паливні ресурси і підвищує загальну ефективність системи постачання в умовах воєнного часу [2].

Поєднання ІТ-технологій та математичних методів суттєво знижує ймовірність помилок у бізнес-процесах. При цьому важливо враховувати фактор часу, який впливає на інвестиційні рішення та споживчі вподобання. Дослідження доводять, що навіть під час війни можливо сформувати ефективну модель ринку, якщо глибоко аналізувати фактори виробництва, ринок праці та мотивацію суб'єктів господарювання [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іваненко О. Воєнна економіка України: виклики та перспективи. Київ : Економічна правда, 2022. 256 с.
2. Петренко М. Математичне моделювання у воєнній логістиці. Львів : Академія управління, 2023. 312 с.
3. Козак В. Логістичні системи в складних умовах: теорія і практика. Харків : Логістика, 2021. 280 с.
4. Сидоренко Н. Оптимізація ресурсів у виробництві: економіко-математичні підходи. Одеса : Бізнес-Інформ, 2022. 200 с.

Мілана Отрада,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

кафедра обліку та аудиту

email: otrada.milana04@gmail.com ;

Оксана Ярова,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: yarova04@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ЕКОНОМІЧНОМУ ПРОГНОЗУВАННІ

Сучасна глобальна економіка характеризується середовищем постійних змін, високої нестабільності та складних взаємозв'язків між учасниками ринку. За таких умов розробка та прийняття ефективних управлінських рішень стає дедалі складнішим завданням. Традиційні економетричні методи та статистичні моделі, попри їхню методологічну значущість, часто виявляються обмеженими у роботі з великими масивами неструктурованих даних (Big Data) та не завжди здатні адекватно інтерпретувати динамічні зміни в економічних індикаторах [2].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку нових інструментів аналізу, серед яких ключове місце посідає машинне навчання (Machine Learning) [3]. Використання інтелектуальних алгоритмів дозволяє не лише автоматизувати процес обробки інформації, а й виявляти латентні закономірності, що сприяє значному підвищенню точності прогностичних моделей.

Впровадження методів машинного навчання в економічну науку відкриває можливості для синтезу класичного аналізу та сучасних обчислювальних потужностей.

На відміну від стандартних регресійних моделей, алгоритми машинного навчання, зокрема градієнтний бустинг (Gradient Boosting), випадкові ліси (Random Forests) та нейронні мережі (Neural Networks), демонструють вищу адаптивність до нових вхідних даних [3].

Основними перевагами цих підходів у контексті економічного аналізу є:

– здатність до самонавчання: моделі автоматично коригують свої параметри при надходженні нових часових рядів, що мінімізує похибку прогнозу в довгостроковій перспективі [3];

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

– робота з неструктурованою інформацією: можливість аналізувати текстові звіти, новини та соціальні медіа для оцінки настроїв ринку [4];

– виявлення нелінійних залежностей: здатність ідентифікувати складні кореляції, які ігноруються традиційними лінійними методами [2].

У фінансовій сфері інтелектуальні системи стають дедалі поширенішими для прогнозування котирувань валют, оцінки кредитоспроможності позичальників (scoring) та управління інвестиційними портфелями [1]. Автоматизація цих процесів дозволяє фінансовим установам оперативно реагувати на ризики та оптимізувати операційні витрати.

У бізнес-середовищі особлива увага приділяється прогнозуванню споживчого попиту та сегментації ринку. В секторі електронної комерції застосування методів глибокого навчання (Deep Learning) забезпечує оптимізацію складської логістики та управління запасами, підвищення лояльності клієнтів через персоналізацію маркетингових стратегій, моніторинг конкурентного середовища в режимі реального часу [4].

Складні багатофакторні процеси, такі як прогнозування енергоспоживання або моделювання транспортних потоків, потребують інтегрованого підходу [2]. Використання гібридних моделей, що поєднують аналіз часових рядів та архітектури нейронних мереж, дозволяє враховувати такі змінні, як кліматичні умови, сезонні коливання та показники ділової активності [3]. Процес впровадження таких рішень охоплює критично важливі етапи: верифікацію даних, відбір релевантних ознак (feature engineering), навчання алгоритму та його валідацію на тестових вибірках.

Слід зазначити, що інтеграція машинного навчання в економічне прогнозування є закономірним етапом цифрової трансформації економіки [1]. Ці інструменти забезпечують глибинний аналіз даних та стійкість прогнозів в умовах ринкової нестабільності.

Подальші перспективи використання інтелектуальних систем пов'язані з розширенням доступу до високоякісних даних та розвитком інтерпретованого машинного навчання (Explainable AI), що дозволить не лише отримувати точні результати, а й розуміти причинно-наслідкові механізми прийнятих алгоритмами рішень [4]. Водночас ефективність таких систем безпосередньо залежить від якості підготовки вхідних даних та науково обґрунтованого вибору конкретної архітектури моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York : W. W. Norton & Company, 2014. 306 p.
2. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. An Introduction to Statistical Learning. New York : Springer, 2021. 611 p.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 775 p.
4. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed. 2022. 320 p.

Діана Прокопенко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій
email: prokopenkodidi19@gmail.com ;*

Дар'я Терменжи,

*кандидат педагогічних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: d.y.termenzhy@dpu.edu.ua*

КОМПЛЕКСНІ ЧИСЛА В МІЖДИСЦИПЛІНАРНОМУ НАВЧАННІ: ЗВ'ЯЗОК МАТЕМАТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Комплексні числа є важливим математичним інструментом, значення якого давно виходить за межі суто теоретичної математики. Сьогодні вони активно застосовуються в електротехніці, фізиці, програмуванні, телекомунікаціях та багатьох інших технічних напрямках. Саме тому розгляд комплексних чисел у межах міждисциплінарного навчання дозволяє краще продемонструвати практичну цінність математичних знань та сформувати цілісне розуміння взаємозв'язку між різними галузями науки [1].

У сучасному освітньому середовищі міждисциплінарний підхід відіграє дедалі важливішу роль, оскільки дає можливість не лише вивчати теоретичний матеріал, а й одразу розуміти, де саме він застосовується на практиці. Одним із показових прикладів такого підходу є інтеграція теми комплексних чисел із дисциплінами електротехнічного та інформаційного спрямування.

У математичному аспекті комплексне число подається у вигляді

$$z = a + bi,$$

де a – дійсна частина числа, b – уявна частина, а $i^2 = -1$ [2].

Попри те, що під час початкового вивчення ця тема часто сприймається студентами як абстрактна, її практичне значення стає очевидним у технічних дисциплінах.

В електротехніці комплексні числа використовуються для аналізу електричних кіл змінного струму. Подання напруги, сили струму та імпедансу в комплексній формі дозволяє значно спростити розрахунки, замінюючи складні

диференціальні рівняння більш зручними алгебраїчними моделями [3]. Зокрема, комплексний опір електричного кола визначається за формулою:

$$Z = R + jX,$$

де R – активний опір, X – реактивний опір.

Крім цього, використання комплексних чисел дозволяє ефективно аналізувати фазові зсуви між електричними величинами, що має принципове значення при проєктуванні та налаштуванні електротехнічних систем.

Не менш важливу роль комплексні числа відіграють і в обробці сигналів. Вони лежать в основі перетворення Фур'є, яке використовується для представлення сигналу у вигляді сукупності гармонічних складових різної частоти [4]. Такий підхід є базовим для спектрального аналізу, цифрової фільтрації, стиснення мультимедійних даних та побудови сучасних телекомунікаційних систем.

Інтеграція прикладних аспектів використання комплексних чисел у навчальний процес сприяє підвищенню зацікавленості студентів у вивченні математики, оскільки дозволяє побачити її не як ізольовану теоретичну дисципліну, а як реальний інструмент для розв'язання професійних завдань. Такий підхід також розвиває аналітичне мислення, навички моделювання та міждисциплінарного аналізу [5].

Отже, комплексні числа є не лише фундаментальним математичним поняттям, а й важливим прикладним інструментом у технічних науках. Їх використання в міждисциплінарному навчанні дозволяє поглибити розуміння навчального матеріалу, продемонструвати практичну значущість математичних знань та підвищити ефективність підготовки майбутніх фахівців технічного профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Drake S. M. *Creating Standards-Based Integrated Curriculum*. Thousand Oaks : Corwin Press, 2012.
2. Stewart J. *Calculus: Early Transcendentals*. Boston : Cengage Learning, 2015.
3. Alexander C., Sadiku M. *Fundamentals of Electric Circuits*. New York : McGraw-Hill Education, 2017.
4. Oppenheim A. V., Schafer R. W. *Discrete-Time Signal Processing*. Pearson, 2014.
5. Prince M., Felder R. *Inductive Teaching and Learning Methods*. *Journal of Engineering Education*. 2006.

Лілія Ставицька,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

кафедра обліку та аудиту

email: stavickalilia80@gmail.com ;

Оксана Ярова,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

факультет фінансів та цифрових технологій,

Державний податковий університет

email: yarovaoa@ukr.net

МЕТОД СЦЕНАРІЇВ У ПРОГНОЗУВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Сьогодні економіка розвивається в досить нестабільних умовах. На це впливають різні фактори: політичні конфлікти, швидкий розвиток технологій, зміни в суспільстві [1]. Якщо говорити про Україну, то ситуація ще складніша через війну, залежність від міжнародної допомоги та необхідність відновлення економіки [2]. Тому звичайні методи прогнозування, які базуються на минулому досвіді, вже не завжди дають точний результат [1].

Через це зараз часто використовують сценарний підхід. Його ідея в тому, що розглядається не один варіант розвитку подій, а кілька можливих [3]. Це дозволяє краще зрозуміти, що може статися в майбутньому, і хоча б частково до цього підготуватися [3].

Економічний сценарій - це не просто цифри, як прогноз ВВП чи інфляції. Це більш загальне уявлення про те, як буде розвиватися економіка залежно від різних умов [3]. Наприклад, як вплине на економіку відкриття нових експортних маршрутів або навпаки - їх блокування, що є актуальним для України [2].

Для України це особливо важливо, тому що багато залежить від факторів, які складно передбачити [2]. Наприклад:

- як буде змінюватися ситуація на фронті;
- чи буде стабільною фінансова допомога від ЄС та США;
- чи працюватимуть експортні коридори для зерна через Чорне море;
- чи не буде нових ударів по енергетичній інфраструктурі [2].

Є також події, які можуть різко змінити ситуацію в економіці. Наприклад, відновлення роботи портів може значно збільшити експорт, а проблеми з електроенергією – навпаки, зупинити частину підприємств [2].

Зазвичай розглядають три основні сценарії:

1. *Оптимістичний сценарій* – це коли ситуація покращується. Наприклад, активні бойові дії зменшуються, Україна отримує великі обсяги допомоги на відбудову, приходять іноземні інвестори [4]. У такому випадку може активно розвиватися будівництво, ІТ-сектор, аграрна сфера, а також зростає експорт [4].

2. *Реалістичний (базовий) сценарій* – це найбільш імовірний варіант. Війна триває, але без різкого загострення. Економіка поступово відновлюється: бізнес адаптується, шукає нові ринки, використовує альтернативні логістичні маршрути [2].

3. *Песимістичний сценарій* – це коли ситуація погіршується. Наприклад, затягується війна, зменшується міжнародна підтримка або виникають проблеми з експортом [4]. У такому випадку підприємства можуть скорочувати виробництво, зростають ціни, а економіка розвивається дуже повільно або навіть падає [4].

Важливо розуміти, що ці сценарії - це не точні прогнози. Вони більше потрібні для того, щоб підготуватися до різних варіантів розвитку подій [3]. Наприклад, держава може заздалегідь планувати бюджет і витрати, бізнес – думати про запасні варіанти роботи, а інвестори – оцінювати ризики [3].

Також сценарний підхід враховує не тільки цифри, а й загальну ситуацію – політику, міжнародні відносини та інші фактори, які складно точно порахувати [1].

Отже, сценарний підхід не дає точного прогнозу, але допомагає краще орієнтуватися в ситуації. Для України це особливо важливо, тому що умови постійно змінюються, і потрібно бути готовими до різних варіантів розвитку подій [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мочерний С. В. Економічна теорія : підручник. Київ : Академія, 2019. 640 с.
2. Інфляційний звіт / Національний банк України. Київ, 2023–2025. URL : <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 05.04.2026).
3. Організація економічного співробітництва та розвитку. Strategic foresight for better policies. Paris : OECD Publishing, 2021. URL : <https://www.oecd.org> (дата звернення: 05.04.2026).
4. Ukraine Economic Update / Світовий банк. Washington, DC : World Bank, 2023–2025. URL : <https://www.worldbank.org> (дата звернення: 05.04.2026).

Дарина Тимошук,

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня;

Лілія Скасків,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: liliaskaskiv@gmail.com

ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ БАНКРУТСТВА ФІНАНСОВИХ УСТАНОВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

У сучасній фінансовій системі, що постійно змінюється та знаходиться під впливом високої конкуренції економіки, дуже важливо забезпечити фінансову стабільність банків та інших установ. Економічна нестабільність, кризи, коливання валют та зміни на світових ринках можуть погано вплинути на їхню діяльність та збільшити ризик банкрутства. Основною задачею економічної науки – вчасно помітити такі загрози та знайти ефективні способи їх передбачення. Методи фінансового аналізу займають ключову роль у цьому процесі, дозволяючи оцінювати фінансовий стан підприємства, виявляти незвичну поведінку та дозволяє уникнути потенційних ризиків. Використання економіко-статистичних моделей збільшує точність прогнозів та призводить до прийняття кращих рішень. Тому вивчення прогнозування ризику банкрутства фінансових установ за допомогою статистичних методів є важливим напрямком сучасних наукових досліджень [1].

Неплатоспроможність фінансових установ, таких як банки, страхові компанії чи інвестиційні фонди, це складний процес, у якому організація втрачає здатність вчасно та в повному обсязі сплачувати зобов'язання перед клієнтами та зацікавленими сторонами. Ця проблема спричинена неефективною платіжною системою та є результатом поєднання внутрішніх управлінських помилок та складної економічної ситуації. Серед основних факторів, що провокують занепад установи, виділяють неефективний менеджмент, ризиковану кредитну політику, дефіцит капіталу та стратегічні прорахунки всередині структури. Водночас суттєвий пом'якшувальний вплив мають глобальні економічні кризи, висока інфляція, нестабільність валютних курсів, які разом знижують ресурси організації та призводять до її фінансового краху. Застосування математичних методів дуже важливе для сучасного аналізу і прогнозування банкрутства

фінансових установ. Завдяки кількісним методам стає можливим не лише оцінити поточний стан установи, а й змодельовати ймовірність виникнення кризових ситуацій у майбутньому. Математичні моделі дозволяють ефективно аналізувати масиви даних виявляючи приховані закономірності в динаміці фінансових індикаторів, що забезпечує високу точність прогнозів. Поєднуючи аналітичні методи, дослідження та обробку даних у режимі реального часу, ми отримаємо реальний аналіз фінансових показників. Такий загальний моніторинг допоможе виявити майбутні ризики, таким чином, забезпечить основу для рішень з управління інформацією та загальної стабільності країни [2].

Для прогнозування ймовірності банкрутства фінансових організацій використовується різноманітні математичні інструменти від класичної статистики до сучасних цифрових технологій. Основу аналізу складають статистика, яка використовує фінансові коефіцієнти, розмежувальний аналіз і логістику, що дозволяють оцінити ризики спираючись на минулі дані. Особливе значення мають перевірені часом класичні підходи, зокрема Z-модель Альтмана, яка через систему ключових індикаторів визначає ступінь фінансової стійкості установи. Водночас сучасна практика частіше покращує інструменти машинного навчання, такі як нейронні мережі. Введення цих прогресуючих алгоритмів аналізу даних сильно підвищують точність прогнозних моделей, дозволяючи фінансовим інститутам ефективніше ідентифікувати загрози стати банкрутом [3].

У сучасному фінансовому аналізі III цифрові технології грають велику роль у прогнозуванні банкрутства. Використання нейро мереж, методів опорних векторів та алгоритмів машинного навчання дозволило обробляти значні обсяги даних. Це допомагає виявляти складні нелінійні зв'язки, які статистичні методи часто не помічають. Інтеграція таких сучасних інструментів підвищує якість прогнозів тому, що вони здатні одночасно враховувати динаміку макроекономічних показників, ринкові трансформації та різноманітні зовнішні загрози. Впровадження інтелектуальних систем моніторингу дає фінансовим установам можливість швидко виявляти шкідливі тенденції, покращити стратегії управління ризиками та підтримувати стабільність бізнесу навіть в умовах високої ринкової турбулентності [4].

Водночас аналіз імовірності банкрутства слугує ключовим показником для державних регуляторів, які використовують ці дані для спостереження за ринком. Такий підхід зміцнює довіру з боку інвесторів і кола вкладників, роблячи грошове середовище більш прозорішим та стійкішим. Завдяки залученню математичної установи можуть розробляти науково обґрунтовані антикризові плани та ефективно моделювати майбутню діяльність, зменшуючи вплив

негативних чинників. Математичне моделювання ризику банкрутства є важливим кроком у підтримці фінансової стабільності. Використання статистичних інструментів, економетрики та інтелектуальних аналітичних інструментів дозволяє легко документувати негативні зміни в інституційних показниках, прогнозуючи ризик банкрутства та розробляючи ефективні стратегії [5].

Підбиваючи підсумки, можу константувати факт, що поєднання традиційних методів аналізу з можливостями штучного інтелекту та машинного навчання значно зменшує помилки в прогнозах і дозволяє враховувати багато різних факторів, що впливають на фінансову стабільність. Подальше вдосконалення цифрових рішень та математичного апарату забезпечить якісно новий рівень управління ризиками, що сприятиме запобіганню банкрутствам і посиленню надійності всієї фінансової архітектури [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of Corporate Finance*. (13th ed.). McGraw-Hill Education.
2. Mishkin, F. S., & Eakins, S. G. (2021). *Financial Markets and Institutions* (9th ed.). Pearson.
3. Jorion, P. (2020). *Financial Risk Manager Handbook* (7th ed.). Wiley.
4. Altman, E. I. (2013). *Corporate Financial Distress, Restructuring, and Bankruptcy: Analyze Leveraged Finance, Distressed Debt, and Bankruptcy*. Wiley.
5. Hull, J. C. (2021). *Risk Management and Financial Institutions* (5th ed.). Wiley.
6. Arner, D. W., Buckley, R. P., & Zetsche, D. A. (2020). FinTech, RegTech, and the Role of AI in Financial Services. *Journal of Financial Transformation*, 51, 1–20.

Єлизавета Тищенко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра публічних фінансів
email: elizavetatishchenko1115@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarova0a@ukr.net*

АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ В УМОВАХ РИНКОВОЇ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

У сучасній архітектурі світової економіки споживчий попит вкрай рідко буває статичним або повністю прогнозованим. На його динаміку впливає багаторівнева сукупність факторів: від стратегічної цінової політики та коливань реальних доходів населення до сезонних циклів, трансформацій у конкурентному середовищі та соціальних трендів. Оскільки більшість цих чинників мають імовірнісну природу, моделювання попиту з обов'язковим урахуванням фактора невизначеності стає критично важливою умовою для мінімізації фінансових ризиків та оптимізації управлінських процесів [2].

Традиційним фундаментом для аналітичних розрахунків є лінійна функція попиту, яка демонструє зворотну залежність між ціною та обсягом споживання [1]:

$$Q = a - bP,$$

де:

Q – кількісний обсяг попиту (у фізичних одиницях товару);

P – встановлена вартість одиниці продукції в грошовому еквіваленті;

a – автономний попит, що відображає теоретичну готовність ринку *поглинати товар за нульової ціни*;

b – коефіцієнт цінової еластичності, який вказує на ступінь чутливості споживачів до цінових коливань ($b > 0$).

Класична детермінована модель базується на абстрактному припущенні *ceteris paribus* - незмінності всіх інших зовнішніх умов. Проте для адаптації аналітичного апарату до реалій сучасного ринку в рівняння необхідно інтегрувати випадкову компоненту:

$$Q = a - bP + \epsilon.$$

Ця складова (ϵ) діє як інтегратор впливу непередбачуваних соціально-економічних чинників та зовнішніх «шоків». У межах базових прикладних розрахунків може приймати значення конкретного відхилення в певний період. Проте в складних економетричних системах її розглядають як випадкову величину з нульовим математичним сподіванням ($E(\epsilon) = 0$), що дозволяє моделювати імовірнісні розподіли результатів [3; 4].

Практичний кейс: стрес-тестування попиту на прикладі малого бізнесу

Для ілюстрації розглянемо діяльність локального підприємства (наприклад, пекарні), де детермінована частина попиту на продукцію описується рівнянням:

$$Q = 800 - 10P.$$

Згідно з цією функцією, за нульової ціни попит становитиме 800 одиниць, а кожна додаткова гривня вартості знижує щоденні продажі на 10 штук. Впровадження випадкового члена дозволяє провести стрес-тестування моделі за умови фіксованої ціни грн (базовий прогноз – 400 одиниць):

1. Сценарій негативного шоку ($\epsilon = -120$): може бути спровокований несприятливими погодними умовами, локальним зниженням доходів або активністю конкурентів. У такому разі фактичний попит впаде до 280 одиниць. Якщо підприємство проігнорує фактор ризику і виробить заплановані 400 одиниць, виникне значний надлишок (120 шт.), що призведе до псування продукції та прямих збитків.

2. Сценарій позитивного шоку ($\epsilon = +150$): є наслідком успішної маркетингової кампанії або сприятливої кон'юнктури. Попит зростає до 550 одиниць. Відсутність резервних потужностей спричинить дефіцит (150 шт.), що конвертується у втрачений прибуток та зниження лояльності клієнтів.

Навіть незначна, на перший погляд, випадкова варіація здатна докорінно змінити фінансовий результат діяльності підприємства [5]. Перехід від статичних лінійних функцій до стохастичних моделей із випадковими факторами дозволяє бізнесу:

- розробляти гнучкі сценарії розвитку подій («що, якщо»);
- формувати обґрунтовані страхові резерви та плани виробництва;
- оптимізувати стратегії ціноутворення в умовах волатильності;
- якісно керувати складськими запасами, уникаючи як затоварення, так і дефіциту.

Врахування невизначеності є критично важливим не лише для товарних ринків, а й для прогнозування попиту на сучасні банківські продукти та фінансові послуги, де швидкість реакції на зміну ринкових настроїв визначає конкурентоспроможність установи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Івченко І. Ю. Моделювання економічних ризиків і ризикових ситуацій : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 344 с.
2. Пістунов І. М. Економіко-математичне моделювання : навч. посібник. Дніпро : НТУ «ДП», 2024. 202 с.
3. Козятський В. А. Основи математичної економіки : навч. посібник. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 240 с.
4. Пишнограєв І. О. Моделювання управління запасами підприємства в умовах невизначеності попиту. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія: Економіка. 2020. № 14. С. 115–121.
5. Kochenderfer M. J. Decision Making Under Uncertainty: Theory and Application. MIT Press, 2015. 352 p.

Ярослав Чижевський,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Навчально-науковий інститут економічної безпеки та митної справи
email: yaroslavbetter@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ПРОСТА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РИЗИКУ В ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

В нестабільному ринковому середовищі прийняття управлінських рішень неможливе без урахування економічних ризиків. Водночас складні багатofакторні моделі залишаються недоступними для малого та середнього бізнесу. Це зумовлює необхідність простих, але ефективних підходів до кількісної оцінки ризиків.

Питання кількісного вимірювання ризиків не нове. Цю тему глибоко досліджували такі вчені, як Вітлінський В. В. та Верченко П. І., а також класики світової економічної думки – Френк Найт та Гаррі Марковіц. Проте більшість їхніх методів ідеально працюють у великих корпораціях, де є цілі аналітичні відділи. Для локального підприємця актуальним залишається пошук моделі, яку можна застосувати «тут і зараз» [4].

Метою дослідження є обґрунтування та демонстрація застосування спрощеної мультиплікативної моделі оцінки ризиків для порівняльного аналізу економічних сценаріїв.

У практиці управління ризиками широко використовується мультиплікативна модель оцінки ризиків, згідно з якою величина ризику визначається як добуток ймовірності настання несприятливої події та розміру потенційних втрат [2]:

$$R = P \times L,$$

де: R – величина ризику (грн); P – ймовірність настання ризикової події ($0 \leq P \leq 1$); L – розмір потенційних збитків (грн).

Секція 2. Математичне моделювання економічних процесів в умовах невизначеності

Ця модель не вимагає складного математичного апарату і дозволяє порівнювати кілька альтернативних сценаріїв розвитку подій. Розглянемо практичне застосування моделі на прикладі підприємства, яке зазнає ризику порушення ланцюга постачання (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Оцінка ризику за сценарним підходом

Сценарій	Подія	Ймовірність (P)	Втрати, грн (L)	Ризик $R = P \times L$, грн
Оптимістичний	Незначна затримка постачання	0,10	50 000	5 000
Помірний	Зрив контракту з постачальником	0,35	200 000	70 000
Песимістичний	Повна зупинка виробництва	0,15	800 000	120 000

Як видно з таблиці 1, найменш ризикованим є оптимістичний сценарій з величиною ризику 5,000 грн. Помірний сценарій характеризується прийнятним рівнем ймовірності (0.35), але з урахуванням розміру потенційних втрат його ризик досягає 70,000 грн. Найнебезпечнішим є песимістичний сценарій: незважаючи на відносно низьку ймовірність (0.15), значний розмір втрат формує ризик у 120,000 грн, що є максимальним серед розглянутих сценаріїв.

Важливо зазначити, що навіть низька ймовірність події не означає її незначущість, якщо можливі втрати є критичними для підприємства, такий ризик вимагає пріоритетних управлінських заходів [1].

Аналіз показав, що модель $R = P \times L$ є простим і зручним способом оцінки економічних ризиків. Згідно з розрахунками, найменший ризик у оптимістичному сценарії (5,000 грн).

Водночас найбільшу увагу слід приділити песимістичному сценарію, оскільки він може призвести до значних втрат. Для зменшення цього ризику підприємству доцільно працювати з кількома постачальниками та створювати фінансові резерви. Запропонований підхід є зрозумілим і може використовуватися малим та середнім бізнесом у повсякденній діяльності [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
2. Марковіц Г. Вибір портфеля: ефективна диверсифікація інвестицій. Нью-Йорк : Wiley, 1952. 344 с.
3. Методичні рекомендації з оцінки ризиків для суб'єктів малого підприємництва. *Економіка та управління*. 2022. № 4. С. 15–22.

Алла Шевченко,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
Навчально-науковий інститут економічної безпеки та митної справи
email: alla042008asd@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ У ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

У сучасних умовах глобалізації та економічної турбулентності логістика перестала бути просто механізмом переміщення товарів. Сьогодні це складна екосистема, де оцінка ризиків виступає головним інструментом забезпечення життєздатності ланцюгів постачання. Кожна ланка – від виробника до кінцевого споживача – піддається впливу дестабілізуючих факторів, які можуть спричинити як фінансові втрати, так і повну зупинку бізнес-процесів [1].

Для побудови ефективної моделі захисту необхідно чітко класифікувати потенційні загрози, з якими стикаються транспортні та складські операції:

– *Транспортно-інфраструктурні загрози:* Охоплюють затримки, спричинені незадовільним станом дорожнього покриття, заторами або аварійними ситуаціями, що безпосередньо загрожують цілісності вантажу [2].

– *Внутрішні операційні збої:* Виникають внаслідок технічних неполадок на складах або помилок персоналу під час маркування та комплектації, що призводить до порушення термінів або помилкових відправок.

– *Криза інформаційних потоків:* Використання недостовірних або несвоєчасних даних критично ускладнює координацію між учасниками ланцюга постачання та веде до стратегічних прорахунків у плануванні.

– *Економіко-фінансові чинники:* Валютні коливання, раптове зростання вартості палива або непередбачені митні витрати, які здатні миттєво погіршити фінансову стійкість підприємства [3].

Найбільш об'єктивним методом боротьби з невизначеністю є використання математичного апарату, зокрема теорії ймовірностей та методів статистичного моделювання. Це дозволяє перевести якісні припущення у площину

Секція 2. Математичне моделювання економічних процесів в умовах невизначеності

кількісних показників, розраховуючи ймовірність настання кожної негативної події та потенційний масштаб фінансових збитків [4].

Практичне моделювання: Кейс оцінки автодоставки

Розглянемо приклад розрахунку ризиків для компанії, що здійснює регулярні автомобільні перевезення вантажів на склад:

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку ризиків

Вид ризику	Ймовірність (%)	Можливі збитки (грн)
Затримка через погані дороги	20	10 000
Пошкодження вантажу	10	25 000
Крадіжка вантажу	5	50 000
Несанкціоноване втручання в документи	3	15 000
Затримка через поломку автомобіля	7	8 000

Джерело: складено авторкою на основі [2; 4].

Для визначення інтегрального показника середньоочікуваних втрат застосовується сума добутків ймовірностей на величину збитків:

$$R = \sum_i p_i L_i,$$

де (p_i) – ймовірність події (у відсотках, переведених у десятковий вигляд), (L_i) – можливі збитки.

Тут можуть виникнути такі проблеми:

- затримка через погані дороги: $0,20 \times 10\,000 = 2\,000$ грн;
- пошкодження вантажу: $0,10 \times 25\,000 = 2\,500$ грн;
- крадіжка вантажу: $0,05 \times 50\,000 = 2\,500$ грн;
- несанкціоноване втручання в документи: $0,03 \times 15\,000 = 450$ грн;
- затримка через поломку автомобіля: $0,07 \times 8\,000 = 560$ грн.

Сума очікуваних втрат:

$$2\,000 + 2\,500 + 2\,500 + 450 + 560 = 8\,010 \text{ грн.}$$

Таким чином, середньоочікувані збитки по одній доставці становлять близько 8 000 грн.

Отримана цифрова оцінка є фундаментом для прийняття управлінських рішень. Вона дозволяє компанії раціонально розподіляти бюджет на страхування техніки та вантажів; впроваджувати превентивні заходи: від оновлення автопарку до посилення контролю за пакуванням; оптимізувати маршрути з метою мінімізації впливу зовнішніх факторів [5].

Сучасний підхід до управління ризиками також передбачає активне впровадження цифрових технологій: GPS-моніторингу, ERP-систем та алгоритмів штучного інтелекту для аналізу Big Data у реальному часі. Математична точність у поєднанні з автоматизацією дозволяє створювати адаптивні логістичні системи, що здатні не лише реагувати на поточні виклики, а й проактивно готуватися до змін на міжнародному ринку [6]. Проте варто пам'ятати, що успішне впровадження таких складних аналітичних інструментів вимагає високої професійної кваліфікації персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про транспортно-експедиторську діяльність : Закон України від 01.07.2004 № 1955-IV (із змінами та доповненнями).
2. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Концептуальні засади моделювання логістичного ризику підприємства. *Проблеми економіки*. 2013. № 4. С. 246–253.
3. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація логістики : монографія. Київ : КНТУ, 2017. 260 с.
4. Крикавський Є. В., Костюк О. С. Логістичне управління : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 312 с.
5. Окландер М. А. Логістика : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 346 с.
6. Семко М. М., Ярова О. А., Скасків Л. В. Основні поняття сучасної алгебри / Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. С. 128 (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).

Ольга Якубовська,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
факультет податкової справи, обліку та аудиту
email: olaakubovska1@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

РОЛЬ ТА МЕХАНІЗМИ ЦІНОУТВОРЕННЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ

Механізм ціноутворення виступає інструментом узгодження інтересів виробників і споживачів в економічній системі. Окрім суто економічної функції, ціна є індикатором ринкової кон'юнктури, що відображає динаміку попиту та пропозиції. У межах стабільної економічної системи цінові показники характеризуються вищим рівнем прогнозованості [1].

Варіативність попиту на продукцію зумовлена низкою факторів, серед яких визначальними є рівень доходів домогосподарств, споживчі преференції, а також вартість товарів-субститутів чи комплементарних послуг. Перевищення попиту над пропозицією детермінує зростання цін, що робить аналіз споживчої активності фундаментальним етапом дослідження цінової стабільності [2].

Своєю чергою, обсяг пропозиції корелює з виробничими потужностями підприємств, що залежать від витрат на залучені ресурси, технологічного рівня виробництва, прогнозних очікувань суб'єктів господарювання щодо майбутнього стану ринку [3].

Інтенсифікація пропозиції сприяє нівелюванню стрімкого зростання цін, забезпечуючи сталість ринкових умов.

Витрати підприємства формують базис ціноутворення, встановлюючи нижню межу ціни. Оскільки тривале функціонування суб'єкта господарювання за ціною, що нижча за собівартість, є неможливим, витрати безпосередньо детермінують цінову політику. Значна частина коливань ринкових цін обумовлена саме трансформацією витратної складової [1].

Важливим чинником прозорості ціноутворення є конкурентне середовище. Наявність значної кількості виробників сприяє стійкості цін та їх відповідності реальній вартості благ. Навпаки, в умовах обмеженої конкуренції

спостерігається зниження передбачуваності ринку та ризику встановлення штучно завищених цін [1].

Державна політика відіграє стратегічну роль у стабілізації ринків. За допомогою податкових інструментів, субсидування та регулювання засобів виробництва держава здатна мінімізувати рівень цінової невизначеності.

Проте існує низка дестабілізуючих факторів, що знижують рівень економічної впевненості, зокрема:

- інфляційні процеси та волатильність валютних курсів [4];
- політична нестабільність;
- динаміка цін на міжнародних ринках.

Такі коливання ускладнюють процеси бізнес-планування та прийняття ефективних управлінських рішень.

Сучасний технологічний розвиток пропонує розширені можливості для аналізу ринку. Використання математичного моделювання та інструментів Big Data дозволяє ідентифікувати ринкові тренди та знижувати рівень невизначеності в умовах динамічного середовища [1; 2].

Стабільність процесу ціноутворення є запорукою стійкого розвитку економіки, оскільки вона стимулює підприємницьку активність, підвищує рівень довіри до ринкових інститутів, сприяє раціональному розподілу ресурсів [3].

Глибоке розуміння цих механізмів є критично важливим для збереження цілісності економічної системи, особливо в періоди криз, коли суспільна увага до питань стабільності зростає.

Підсумовуючи проведені дослідження, можна відзначити, що ціноутворення є фундаментальним механізмом забезпечення економічної стабільності та ефективного розподілу ресурсів. Встановлено, що ціна не лише гармонізує інтереси ринкових агентів, а й виступає стратегічним індикатором, який відображає складну взаємодію внутрішніх витрат підприємства та зовнішніх чинників, таких як рівень конкуренції та державне регулювання [1; 4].

В умовах сучасної економічної турбулентності особливого значення набуває впевненість у цінових процесах, оскільки вона створює підґрунтя для довгострокового бізнес-планування. Попри наявність дестабілізуючих факторів (інфляція, валютна волатильність), використання новітніх технологій аналізу великих даних та математичного моделювання дозволяє суттєво знизити рівень невизначеності. Таким чином, розбудова прозорого та прогнозованого середовища ціноутворення є ключовою умовою для стимулювання підприємницької ініціативи та зміцнення довіри до ринкової системи в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базилевич В. Д. Економічна теорія : підручник. Київ : Знання, 2019. 679 с.
2. Самуельсон П. А., Нордгаус В. Д. Економіка. Київ : Основи, 2018. 776 с.
3. Мочерний С. В. Основи економічної теорії : навч. посіб. Київ : Академія, 2020. 502 с.
4. Державна служба статистики України / Офіційний вебсайт. URL : <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 04.04.2026).

СЕКЦІЯ 3 ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА МАШИННЕ НАВЧАННЯ У ФІНАНСАХ

Оксана Анопрієнко,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

кафедра управління та бізнес-адміністрування

email: anoprienko0506@gmail.com ;

Олена Новицька,

кандидат економічних наук, доцент, кафедра публічних фінансів,

Державний податковий університет

email: ov.novitska@ukr.net

МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ЦИФРОВИХ ФІНАНСАХ

Сучасна архітектура фінансового сектору зазнає фундаментальних трансформацій внаслідок інтенсивної цифровізації. Перехід традиційних банківських та інвестиційних операцій у віртуальну площину зумовлює необхідність застосування високоефективних методів аналізу великих масивів даних. Класичні економетричні підходи дедалі частіше виявляються обмеженими в умовах високої волатильності та обсягів інформації. Впровадження алгоритмів машинного навчання (ML) стає критичною передумовою для забезпечення оперативності, точності та конкурентоспроможності фінансових інституцій.

Дослідженням теоретичних засад глибинного навчання присвячено фундаментальну працю I. Goodfellow, Y. Bengio та A. Courville [1], де розкрито потенціал нейронних мереж у розпізнаванні патернів. Прикладні аспекти використання ML у моделюванні кредитних ризиків детально висвітлені у роботі A. Khandani, A. Kim та A. Lo [2]. Питання інтеграції штучного інтелекту в економічну парадигму досліджує H. Varian [3]. Виклики управління ризиками в епоху цифровізації аналізує J. Hull [4]. Концептуальні засади переходу від традиційних до інноваційних фінансових моделей у сучасному науковому дискурсі представлені у праці В. Блинова та О. Череп [5].

Цифрові фінанси охоплюють широкий спектр технологій: від необанкінгу до децентралізованих активів. У процесі їх функціонування генеруються масиви даних, що є основою для предиктивної аналітики. Використання алгоритмів ML дозволяє автоматизувати ідентифікацію аномальних транзакцій, що мінімізує вплив людського фактору.

Систематизація переваг та ризиків використання інтелектуальних систем у фінансах, заснована на аналізі ключових джерел [1–5], представлена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Матриця можливостей та бар'єрів застосування ML у фінансовому секторі

Категорія	Переваги (Opportunity)	Обмеження (Challenges)
Обробка даних	Виявлення неявних кореляцій у складних структурах	Чутливість до якості та повноти вхідних вибірок
Прогнозування	Робота в режимі real-time; підвищення точності скорингу	Ризик «перенавчання» моделі на історичних даних
Прийняття рішень	Автоматизація операційних процесів та оцінки ризиків	Проблема «чорної скриньки» (брак інтерпретованості)
Безпека та контроль	Оперативне виявлення фроду; адаптивність до змін ринку	Загрози кібератак та складність регуляторного нагляду

Джерело: [1; 2; 3; 4; 5].

В українському економічному просторі розвиток систем електронних платежів та успіхи необанків створили базис для накопичення інформаційних активів. Проте, як зазначають Блинов В. та Череп О. [5], стрімка еволюція від традиційних фінансів до інновацій потребує нових підходів до безпеки даних та адаптивності моделей, оскільки в умовах нестабільності алгоритми потребують постійної верифікації та оновлення.

Отже, попри технологічні бар'єри, синергія цифрових фінансів та машинного навчання є невід'ємним елементом сучасної економіки. Подальший розвиток галузі залежатиме від здатності створювати прозорі та стійкі до кіберзагроз алгоритми. Перспективи майбутніх досліджень полягають у розробці гібридних моделей, що поєднують точність ML з інтерпретованістю класичних методів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 800 p. URL : <https://www.deeplearningbook.org/> (дата звернення: 10.04.2026).
2. Khandani A. E., Kim A. J., Lo A. W. Consumer credit-risk models via machine-learning algorithms. *Journal of Banking & Finance*. 2010. Vol. 34, Iss. 11. P. 2767–2787. URL : <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.06.001> (дата звернення: 10.04.2026).

3. Varian H. R. Artificial Intelligence, Economics, and Industrial Organization. *NBER Working Paper Series*. 2018. № 24839. URL : <https://www.nber.org/papers/w24839> (дата звернення: 03.04.2026).

4. Hull J. C. Risk Management and Financial Institutions. 5th ed. Hoboken : Wiley, 2018. 848 p. URL : <https://surl.lu/wkbcdt> (дата звернення: 01.04.2026).

5. Блинов В., Череп О. Цифрові фінанси: від традицій до інновацій. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 3 (54). С. 216–219. URL : <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-54-33> (дата звернення: 03.04.2026).

Олександр Ботвинко,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем
email: oleksandrbotvinko@gmail.com ;*

Олександр Редич,

*кандидат економічних наук, доцент,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: redich2@gmail.com*

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ RAG АРХІТЕКТУР LLM ТА ЇХ ЕВОЛЮЦІЯ В АГЕНТНІ ФІНАНСОВІ СИСТЕМИ

Сучасний етап розвитку цифрових технологій характеризується інтеграцією методів штучного інтелекту, Big Data та машинного навчання у фінансові системи. Одним із головних напрямів є використання великих мовних моделей (LLM) у поєднанні з механізмами доступу до зовнішніх баз знань, яка реалізується в архітектурах типу Retrieval-Augmented Generation (RAG).

Дана архітектура описує взаємодію між запитом користувача, базою знань і LLM, де генерація відповіді здійснюється на основі знайдених текстових блоків. Модель слугує фундаментом для подальших розширених реалізацій: Advanced, Modular RAG та агентних систем, які розвивають її концепцію через удосконалені методи пошуку та модульну інтеграцію компонентів.

Для опису математичної моделі RAG використаємо наведенні нижче позначення:

Позначення	Опис
q	початковий запит;
u	відповідь LLM;
D	сховище документів для пошуку, що складається з фрагментів d_i ;
$R(q,D)$	модуль пошуку, який знаходить подібні фрагменти з D на основі запиту q ;
$\mathcal{F}$	потік RAG;
$\mathcal{P}$	шаблон потоку RAG;
M	модуль у модульній архітектурі RAG;
Op	конкретний оператор всередині модуля;

Математична модель RAG зазвичай подається на основі трьох компонентів: *Індексне доповнення (Augmented)*; *Пошук (Retrieval)*; *Генерація (Generation)*.

Для запиту $Q = \{q_i\}$ базова система RAG переважно складається з трьох ключових компонентів:

1. *Індексне доповнення*. Нехай маємо документи $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, де d_i це фрагмент документа. Індексування – це процес перетворення d_i у вектори за допомогою моделі вбудовування $f_e(\cdot)$, після чого вектори зберігаються у векторній базі даних (1).

$$I = \{e_1, e_2, \dots, e_n\} \quad \text{і} \quad e_i = f_e(d_i) \in R^d. \quad (1)$$

2. *Пошук*. Запит перетворюється у вектор за допомогою тієї ж моделі кодування, після чого обираються top k фрагментів документа, найбільш схожих за векторною подібністю (2).

$$R : \text{topk Sim}(q, d_i) \rightarrow D^q \quad d_i \in D. \quad (2)$$

$D^q = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ представляє релевантні документи для запиту q . Функція подібності $\text{Sim}(\cdot)$ зазвичай визначається через скалярний добуток або косинусну подібність (3).

$$\text{Sim}(q, d_i) = e_q \cdot e_{d_i} \quad \text{або} \quad \frac{e_q \cdot e_{d_i}}{\|e_q\| \cdot \|e_{d_i}\|}. \quad (3)$$

3. *Генерація*. Після отримання релевантних документів запит q і вибрані фрагменти D^q подаються до LLM для генерації кінцевої відповіді, де « $\cdot$ » позначає конкатенацію (об'єднання) (4).

$$y = \text{LLM}([D^q, q]). \quad (4)$$

З еволюцією технології RAG у системи інтегрується дедалі більше функціональних компонентів. Модульна парадигма RAG (Modular RAG) включає три рівні – від загального до більш детального:

L1 Модуль ($M = \{M_s\}$) Це основний процес у системі RAG;

L2 Підмодуль (Sub-module) ($M_s = \{Op\}$). Функціональні модулі, що входять до складу модуля;

L3 Оператор (Operator) ($Op = \{f_{\theta_i}\}$). Конкретна функціональна реалізація всередині модуля або підмодуля. Як результат, модульна система RAG може бути представлена так: (5)

$$G = \{q, D, M, \{M_s\}, \{Op\}\} \quad (5)$$

Взаємне розташування між модулями та операторами утворює RAG Flow $\mathcal{F} = (M_{\phi_1}, \dots, M_{\phi_n})$ де ϕ позначає набір параметрів модуля. Модульний RAG-потік можна розкласти на граф підфункцій; у найпростішому випадку цей граф є лінійним ланцюгом (6) [4].

$$NaiveRAG: q \rightarrow R(q, D) \rightarrow D^q \rightarrow LLM(|q, D^q|) \rightarrow y \quad (6)$$

Подальший розвиток RAG-архітектур пов'язаний із переходом від статичних схем обробки запитів та контексту до динамічних агентних систем, у яких моделі здатні автономно планувати та обмірковувати послідовність дій, взаємодіяти з іншими агентами і джерелами даних та адаптувати власну поведінку згідно встановлених параметрів та “Ступенів свободи”. Якщо класична модель описується послідовністю операцій індексації, пошуку та генерації, то в агентному підході ця структура узагальнюється до графа рішень, де кожен модуль та інструмент викликається ітеративно або умовно залежно від спостережень попереднього кроку та статусу системи.

Математично це означає перехід від лінійного RAG-потіку $\mathcal{F}$ до більш загальної структури у вигляді орієнтованого графа або марковського процесу прийняття рішень, де стан системи визначається поточним контекстом, а оператори виступають як дії агента. У такій моделі з'являється можливість оптимізації стратегії пошуку та генерації на основі функцій корисності або ймовірнісних оцінок. Також, агентна парадигма передбачає можливість взаємодії між кількома агентами, які обмінюються проміжними результатами, координують дії та розподіляють підзадачі для розв'язання складних багатокрокових задач. У багатоагентній системі кожен агент базується на окремій LLM або їх комбінації для вибору кращої моделі під специфіку підзадачі та доступних інструментів [3].

У фінансових послугах мало роботи виконується за прямим графіком. Саме тут агенти зі штучним інтелектом є ефективними. Замість того, щоб покладатися на фіксовані сценарії чи жорстку автоматизацію, агенти зі штучним інтелектом можуть реагувати на зміни в ситуаціях та коригуватися в режимі реального часу, коли з'являються нові дані, сигнали ризику або регуляторні обмеження. Фінансові установи сьогодні бачать найбільшу цінність у 3 основних сферах: фінансових операціях та звітності, внутрішніх бізнес-процесах та клієнтській підтримці [2].

Внутрішні варіанти використання для команд – підтримка команд з управління ризиками, комплаєнсу, андеррайтингу, кредитування, операцій, управління персоналом, ІТ та фінансів у більш ефективному виконанні складних робочих процесів. Використання клієнтського досвіду – покращення адаптації,

вирішення спорів, обслуговування та персоналізації в банківській сфері, страховій сфері та каналах управління капіталом. Варіанти використання фінансових операцій – посилення виявлення шахрайства, KYC/AML, звірок, аналіз та пояснення розбіжностей у звітах і формування зведених звітів.

Узагальнюючи, можна сказати, що агентні системи на основі *RAG архітектур* є перспективним напрямом комплексної інтелектуальної автоматизації як внутрішніх процесів, так і взаємодії з клієнтами та підвищення ефективності і якості фінансових послуг [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AI agents in finance and banking: 12 proven use cases (2026) / Kore.ai. URL : <https://www.kore.ai/blog/ai-agents-in-finance-banking-12-proven-use-cases-2026>
2. AI Agents in Finance Services: Use Cases, ROI, and Implementation Roadmap – Accelirate / Accelirate. URL : <https://surl.li/mdwbiv>
3. Mathematical Framing for Different Agent Strategies / arXiv.org. URL : <https://arxiv.org/html/2512.04469v1>
4. Modular RAG: Transforming RAG Systems into LEGO-like Reconfigurable Frameworks / arXiv.org. URL : <https://surl.li/qusodw>

Мирослава Гонтар,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти,

кафедра фінансів та бізнесу

email: myroslava.hontar@oa.edu.ua ;

Ольга Дем'янчук,

доктор економічних наук, професор, кафедра фінансів та бізнесу,

Національний університет «Острозька академія»

email: olha.demianchuk@oa.edu.ua

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ АІ-ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД УКРАЇНИ

Сучасний етап розвитку територіальних громад України характеризується переходом від базової цифровізації до глибокої інтелектуальної трансформації. В умовах повномасштабної війни та обмеженості ресурсів штучний інтелект (ШІ) перестає бути лише технологічним трендом, перетворюючись на критичний інструмент забезпечення соціально-економічної стійкості та сталого розвитку територій.

Серед напрямів активного застосування ШІ у громадах: моніторинг сільськогосподарських угідь та екології Міністерством аграрної політики України та приватними компаніями (використання супутникових знімків та ШІ для прогнозування врожайності та інвентаризації земель) [1]; розмінування територій (аналіз великих масивів даних з різних джерел і складання оптимального плану з очищення територій, прогнозування ймовірного розташування мін, формування та оновлення цифрових мап небезпечних зон, ідентифікація вибухових пристроїв та їх знешкодження) [2]; використання систем відеоспостереження з розпізнаванням облич та номерів авто, що дозволяє автоматично виявляти правопорушення або шукати зниклих людей; забезпечення опалення бюджетних установ через алгоритми предиктивного керування тепловими пунктами; ШІ-оптимізація маршрутів громадського транспорту. Вагомим внеском у цифрову трансформацію громад стали реалізація репозитарію ШІ рішень для громад «AI Repo» [3], розробленого Web3-університетом за підтримки швейцарсько-української програми EGAP, що зібрав практичні промпти, інструкції та сервіси для автоматизації роботи в ТГ та підготовка центру відповідального ШІ – стратегічного документа Міністерства цифрової трансформації, що визначає, як громади та бізнес мають впроваджувати ШІ безпечно та відповідно до стандартів ЄС; містить гайдлайни для відповідального використання технологій у

**III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених:
Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики**

державному секторі) [4]. Окрім цього, при Міністерстві цифрової трансформації України було створено центр передового досвіду з розробки й інтеграції штучного інтелекту «WINWIN AI Center of Excellence». Серед уже втілених ним проєктів: AI-асистент на порталі «Дія» (персональний помічник, що надає державні послуги, доступний 24/7); AI-інструмент для написання законодавства (створення документів за 96 годин). До того ж, центр працює над створенням AI-інструменту для євроінтеграції, що застосовуватиметься для аналізу таблиць та документів [5]. Таким чином, інструменти III активно інтегруються в усі процеси суспільного життя.

Якщо ж аналізувати конкурентні позиції України в цілому на міжнародній арені, то у 2025 році Україна посіла 41 місце у глобальному рейтингу Government AI Readiness Index серед 195 країн та увійшла до десятки лідерів за розвитком III серед країн Східної Європи (табл. 1). За показниками цифровізації державних сервісів та відповідності законодавства міжнародним стандартам вона займає одні з найвищих позицій, у 2025 році їх значення склали – 99,63 % та 92,25 % відповідно. Проте критично важливими для України є подолання технічного відставання, зокрема, через створення AI Factory, а також стимулювання та підтримка стартапів через Sandbox.

Таблиця 1 – Government AI Readiness Index 2025

Напрями	Україна
Бачення політики	90
Політичні зобов'язання	62,5
Обчислювальна потужність	10,99
Забезпечення технічної інфраструктури	66,37
Якість даних	79,84
Принципи управління	73,75
Відповідність законодавства міжнародним стандартам	92,25
Цифрова політика уряду	60,84
Цифровізація державних сервісів	99,63
Людський капітал	45,88
Зрілість сектору штучного інтелекту	27,60
Дифузія технологій штучного інтелекту	51,81
Соціальний перехід	56,76
Безпека та захист	59,67
Всього	60,84
Ранг	41

Джерело: складено авторкою на основі [6].

Саме 2025 рік став переломним для розвитку ШІ в Україні. На порталі «Дія» запрацював перший у світі національний AI-асистент з державних послуг, було розпочато роботу над створенням AI Factory – платформи з GPU-кластерами, дата-центрами, софтом для тренування моделей і командами AI-фахівців, яка дозволить розвивати власні продукти в межах державного сектору [7], інтегровано ШІ в державну освітню екосистему для учнів, батьків і вчителів «Мрію», «Дію», проєкти Мінцифри та державні процеси.

Digital Nation у співпраці з Міністерством цифрової трансформації України розробили та наприкінці березня 2026 року оприлюднили проєкт Стратегії розвитку штучного інтелекту України на період до 2030 року (табл. 2). Її метою є вхід України у трійку лідерів серед країн за розвитком штучного інтелекту у публічному секторі до 2030 року, оскільки ця технологія стала цінною для оборони, державного управління, освіти, науки та інших галузей.

Таблиця 2 – AI-трансформація України: ключові сфери та зміни до 2030 року

Сфера	Зміни	Конкретні інструменти та рішення	Очікуваний результат
Агентивна держава	перехід від онлайн-послуг до автономних асистентів	Дія.AI - персональний помічник, що сам заповнює форми та шукає послуги	проактивний сервіс; ухвалення рішень держслужбовцями за хвилини
Оборона	швидкість аналітики та автономність систем на полі бою	єдина платформа координації даних; ШІ-радік для стратегічних рішень командування	технологічна перевага; швидка реакція на загрози в реальному часі
Освіта та таланти	ШІ стає базовою навичкою; персоналізація навчання	застосунок «Мрія» -індивідуальна програма для кожного учня; підготовка 50 тис. ШІ-фахівців	ШІ-грамотність у кожного студента; висококваліфікована ІТ-спільнота
Економіка та бізнес	масштабування ринку та інтеграція ШІ в малий бізнес	AI Sandbox для тестів; надання стартапам обчислювальних потужностей (GPU)	зростання кількості ШІ-компаній у 4 рази (до 1000 одиниць)
Цифровий суверенітет	власна інфраструктура та незалежність даних	AI Factory; національна мовна модель (LLM), адаптована до українського контексту	безпека даних всередині країни; глибоке розуміння ШІ української мови

Джерело: узагальнено авторкою на основі [8].

У контексті громад досягнення загальнодержавних стратегічних цілей у напрямі забезпечення сталого розвитку громад за допомогою ШІ повинне базуватися на трьох основних векторах: економічна ефективність (автоматизація аудиту ресурсів та прогнозування доходів бюджету; оцифрування та верифікація

муніципальних реєстрів; демографічне прогнозування, наприклад, аналіз переміщення ВПО та планування навантаження на школи, заклади дошкільної освіти та лікарні; оптимізація закупівель через ІІІ-системи на базі даних Prozorro; підвищення кваліфікації працівників органів місцевої влади на освітніх платформах); соціальна інклюзивність (ідентифікація соціально вразливих категорій осіб та пропозиція відповідних послуг; створення доступних цифрових сервісів (чат-ботів, голосових асистентів тощо) для мешканців, зокрема, ВПО та ветеранів; екологічна безпека (розумне управління енергоспоживанням та моніторинг довкілля у реальному часі). Водночас інтеграція ІІІ у громади є вагомим фактором їх інвестиційної привабливості. Так, громади, які впроваджують його інструменти, мають значно вищі шанси на отримання міжнародних грантів. Використання ІІІ для моніторингу проєктів відбудови забезпечує прозорість для донорів та впевненість у тому, що кошти використовуються за цільовим призначенням. Водночас створення Digital Twin забудови з допомогою АІ дозволяє потенційним інвесторам побачити майбутній об'єкт у контексті існуючої інфраструктури.

Попри переваги розвитку ІІІ у громадах та його можливості, існують бар'єри його якісної інтеграції. Тому громадам насамперед варто подбати про якість даних та розпочати з їх «гігієни», адже алгоритми не працюватимуть на основі застарілих або помилкових реєстрів. До того ж, зважаючи на регіональні диспропорції, у громадах існує значний цифровий розрив через нестачу бюджетних коштів та кадрового потенціалу. Тому починати доцільно не з покупки дорогих сервісів, а з навчання персоналу базовим навичкам роботи з ІІІ-інструментами. Водночас варто розуміти, що в умовах воєнного стану збір та обробка великих масивів даних мешканців потребують потужного захисту від кібератак.

Таким чином, ключовим фактором успішної АІ-трансформації громад стане подолання цифрового розриву через навчання персоналу та розбудову власної інфраструктури. Розвиток ІІІ не лише оптимізує ресурси, а й стане головним магнітом для залучення міжнародних інвестицій. Водночас успіх трансформації залежатиме не від швидкості впровадження територій, а від здатності громади побудувати безпечне та інклюзивне середовище, де ІІІ є лише ефективним інструментом, а не некерованим власником даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Serhiichuk L. Artificial Intelligence in the Ukrainian Public Administration System: Legal Development and Implementation Risks. *Bratislava Law Review*. 2025. 9 (2). P. 243–260. URL : <https://doi.org/10.46282/blr.2025.9.2.1062>

2. Як ШІ допомагає розмінювати землю України / Kyiv Post. URL : <https://www.kyivpost.com/uk/post/69009> (дата звернення: 07.04.2026).
3. AI Repo. Репозитарій ШІ рішень для громад. URL : <https://airepo.info/> (дата звернення: 07.04.2026).
4. Центр відповідального ШІ. URL : <https://ai.thedigital.gov.ua/news> (дата звернення: 07.04.2026).
5. WINWIN AI Center of Excellence. URL : <https://ai.thedigital.gov.ua/winwin> (дата звернення: 07.04.2026).
6. Government AI Readiness Index. URL : <https://oxfordinsights.com/ai-readiness/government-ai-readiness-index-2025/> (дата звернення: 07.04.2026).
7. Мінцифра розвиватиме інфраструктуру для впровадження ШІ в державні сервіси – працюємо над AI Factory / Міністерство цифрової трансформації України. URL : <https://thedigital.gov.ua/news/technologies/mintsifra-rozvivatime-infrastrukturu-dlya-vprovadzhennya-shi-v-derzhavni-servisipratsyuemo-nad-ai-factory> (дата звернення: 07.04.2026).
8. Проєкт Стратегії розвитку штучного інтелекту України на період до 2030 року / Міністерство цифрової трансформації України. URL : <https://surl.li/oixsso> (дата звернення: 07.04.2026).

Артем Гуранець,

*здобувач фахової передвищої освіти,
відділення економіки та інформаційних технологій,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: artemguranets@gmail.com ;*

Олексій Дудник,

*викладач, відділення економіки та інформаційних технологій,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: odudnyk@ifker.ukr.education*

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСОБИСТОГО БЮДЖЕТУ

У сучасних умовах цифровізації фінансової сфери питання раціонального управління особистими коштами набуває особливої актуальності. Для більшості людей, а особливо для студентів та молоді, проблема полягає не лише в обмеженому обсязі доходів, а й у відсутності системного підходу до планування витрат. Часті дрібні покупки, онлайн-підписки, витрати на транспорт, харчування та розваги поступово формують значне навантаження на бюджет. Саме тому зростає роль цифрових інструментів, здатних не лише фіксувати фінансові операції, а й аналізувати їх за допомогою сучасних інтелектуальних методів [1].

Штучний інтелект у сфері персональних фінансів дає змогу автоматизувати ті процеси, які раніше виконувалися вручну. Якщо традиційний облік бюджету обмежувався записом доходів і витрат у блокноті чи таблиці, то сучасні застосунки можуть класифікувати операції, виявляти закономірності у фінансовій поведінці користувача, прогнозувати майбутні витрати та формувати рекомендації щодо економії. Таким чином, користувач отримує не лише набір цифр, а й аналітичну підтримку для прийняття більш обґрунтованих фінансових рішень [2].

Однією з найважливіших можливостей є автоматичний розподіл витрат за категоріями. На основі даних про транзакції система може визначати, які витрати належать до харчування, транспорту, навчання, покупок чи дозвілля. Це суттєво спрощує процес аналізу бюджету, оскільки користувачу не потрібно самостійно опрацьовувати кожну операцію. У результаті людина краще розуміє структуру власних витрат і може побачити, які категорії потребують більшого контролю.



Рисунок 1 – Приклад мобільного застосунку для обліку доходів і витрат користувача

Ще однією важливою функцією є прогнозування витрат на основі попередніх фінансових даних. Якщо система бачить, що щомісячно приблизно однакова сума витрачається на транспорт, мобільний зв'язок, продукти чи оплату послуг, вона може спрогнозувати майбутнє навантаження на бюджет. Це дає змогу не лише аналізувати вже здійснені витрати, а й планувати фінансову поведінку на майбутнє. Такий підхід особливо корисний для осіб з фіксованими доходами, які мають потребу в точнішому розподілі коштів протягом місяця [3].

Крім того, системи зі штучним інтелектом можуть виявляти потенційні фінансові ризики. Наприклад, якщо користувач занадто активно витрачає кошти на початку місяця, програма може попередити про ймовірний дефіцит бюджету до його завершення. Такі повідомлення виконують не лише інформаційну, а й дисциплінуючу функцію, оскільки допомагають людині вчасно скоригувати власну поведінку. У цьому проявляється практична цінність інтелектуальних технологій: вони не просто фіксують стан справ, а сприяють виробленню більш відповідального ставлення до грошей.

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

Окрему увагу слід приділити персоналізованим рекомендаціям. На відміну від звичайних програм обліку, інтелектуальна система може запропонувати конкретні дії для покращення фінансової ситуації. Наприклад, якщо виявлено надмірні витрати на доставку їжі, каву або імпульсивні покупки, застосунок може порадити встановити обмеження на ці категорії. Якщо користувач ставить мету накопичити певну суму на навчання, техніку чи поїздку, програма може розрахувати оптимальний обсяг регулярних заощаджень. Такий підхід робить фінансове планування більш наочним і досяжним [4].

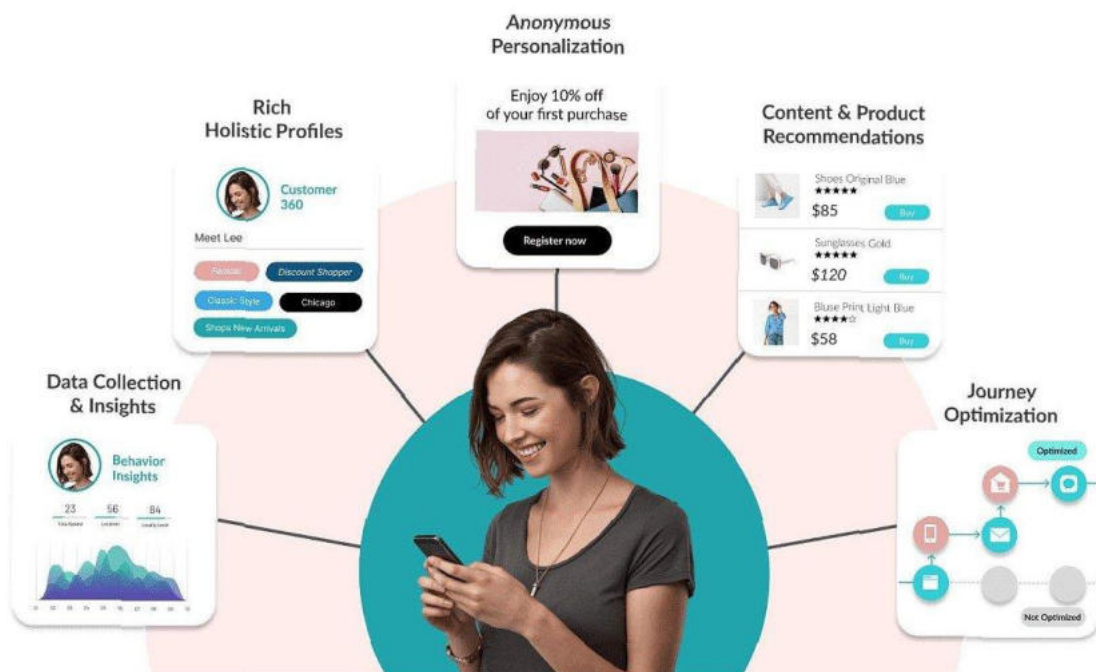


Рисунок 2 – Приклад використання штучного інтелекту для аналізу фінансових даних користувача та формування персоналізованих рекомендацій

Перевагою використання штучного інтелекту є також сприяння формуванню корисних фінансових звичок. Регулярні нагадування, візуалізація прогресу, аналітика витрат і прості рекомендації можуть мотивувати користувача до більш відповідального ставлення до власного бюджету. Особливо корисними такі інструменти є для молоді, яка лише починає самостійно розпоряджатися коштами й часто не має достатнього досвіду фінансового планування.

Водночас використання штучного інтелекту у сфері особистих фінансів має і певні обмеження. Передусім це питання захисту персональних даних, адже для якісного аналізу система повинна працювати з інформацією про доходи, витрати, покупки та інші фінансові дії користувача. За відсутності належного рівня безпеки існує ризик витоку конфіденційної інформації. Крім того, жодна система не здатна повністю врахувати всі життєві обставини, зокрема непередбачені витрати на лікування, термінові поїздки або ремонт. Тому інтелектуальні

інструменти доцільно розглядати як засіб підтримки, а не як повну заміну самостійного фінансового аналізу [5].

Отже, застосування штучного інтелекту для оптимізації особистого бюджету є перспективним напрямом розвитку цифрових фінансових технологій. Такі системи дають змогу автоматизувати облік фінансів, аналізувати структуру витрат, прогнозувати майбутні потреби, попереджати про ризики та формувати індивідуальні рекомендації. Для студентів і молоді вони можуть стати ефективним інструментом підвищення фінансової грамотності та розвитку навичок раціонального використання коштів. У подальшому поширення таких рішень сприятиме більш усвідомленому ставленню користувачів до власних фінансів і підвищенню якості фінансового планування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OECD/INFE 2023 International Survey of Adult Financial Literacy / OECD. *Business and Finance Policy Papers*. Paris : OECD Publishing, 2023. No. 39. 76 p. DOI : <https://doi.org/10.1787/56003a32-en>
2. de Bassa Scheresberg C. Financial Literacy and Financial Behavior among Young Adults: Evidence and Implications. *Numeracy*. 2013. Vol. 6, Iss. 2. Article 5. DOI : <https://doi.org/10.5038/1936-4660.6.2.5>
3. European Union, OECD. Financial Competence Framework for Children and Youth in the European Union. Paris : OECD Publishing, 2023. 49 p. DOI : <https://doi.org/10.1787/bf059471-en>
4. Boukherouaa E. B., Shabsigh G., AlAjmi K. et al. Powering the Digital Economy: Opportunities and Risks of Artificial Intelligence in Finance. Washington, DC : International Monetary Fund, 2021. 46 p. DOI : <https://doi.org/10.5089/9781589063952.087>
5. U.S. Department of the Treasury. Artificial Intelligence in Financial Services. Washington, DC : U.S. Department of the Treasury, 2024. 36 p.

Богдан Карповець,

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня;

Лілія Скасків,

доцент кафедри вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

РЕВОЛЮЦІЯ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ: МАШИННЕ НАВЧАННЯ ПРОТИ КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Сучасний фінансовий сектор переживає концептуальний зсув: від дескриптивного аналізу (що відбулося) до предиктивного (що відбудеться) та прескриптивного (що треба зробити) [1]. Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання (МН) стали фундаментом для створення самонавчальних систем, які здатні виявляти нелінійні залежності у великих масивах даних (Big Data), що раніше вважалися «шумом» [4]. Використання методів навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) дозволяє алгоритмам адаптуватися до ринкових умов, що постійно змінюються, без прямого втручання програміста [5].

Традиційні моделі оцінки ризиків, такі як FICO, базувалися на обмеженій кількості фінансових показників. Натомість системи МН використовують альтернативні дані: цифрові сліди, історію транзакцій у реальному часі та навіть психометричні профілі [3]. Це дозволяє фінансовим установам точніше прогнозувати ймовірність дефолту (PD) та втрати у разі дефолту (LGD), що безпосередньо впливає на капітальну стійкість банків [7]. Такі моделі, як Gradient Boosting та Random Forest, демонструють вищу точність у порівнянні з класичною логістичною регресією [6].

Технології обробки природної мови (NLP) змінили підхід до аналізу ринкових настроїв (Sentiment Analysis). Алгоритми сканують тисячі новинних стрічок, постів у соціальних мережах та звітів центральних банків, конвертуючі текст у кількісні сигнали для трейдингу [8]. Крім того, ШІ автоматизує комплаєнс-процедури (KYC/AML), ідентифікуючи складні схеми відмивання коштів через аналіз графів та зв'язків між рахунками, які неможливо відстежити вручну [9].

Високочастотна торгівля (HFT) сьогодні генерує значну частку обсягів на світових біржах. Моделі глибинного навчання (Deep Learning) здатні передбачати рух цін на мікро структурному рівні, враховуючи динаміку книги ордерів (Order Book) [5]. В управлінні капіталом «робото-едвайзери» демократизували доступ до інвестицій, пропонуючи автоматичне балансування портфельів з

мінімальними комісіями, що раніше було доступно лише для заможних клієнтів (HNWI) [2].

Однією з головних проблем залишається інтерпретованість моделей (Explainable AI, XAI). Регулятори вимагають, щоб банки могли пояснити, чому конкретному клієнту було відмовлено в кредиті, що важко зробити при використанні багатошарових нейронних мереж [10]. Крім того, існує ризик «алгоритмічної змови» та системної крихкості: якщо багато гравців використовують подібні моделі МН, це може призвести до одночасного розпродажу активів та спричинити ринковий крах (Flash Crash) [4].

Масове збирання даних піднімає питання цифрової етики. Моделі можуть мимоволі переймати людські упередження (bias), дискримінуючи певні групи населення за непрямими ознаками [7]. Використання технологій федеративного навчання (Federated Learning) та диференційованої приватності стає необхідним для захисту персональних даних при одночасному навчанні моделей на великих вибірках [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Arner, D. W., Buckley, R. P., & Zetsche, D. A. (2020). FinTech, RegTech, and the Role of AI in Financial Services. *Journal of Financial Transformation*.
2. Belanche, D., Casaló, L. V., & Flavián, C. (2019). Artificial Intelligence in FinTech: Understanding robo-advisors adoption. *Service Business*.
3. Khandani, A. E., Kim, A. J., & Lo, A. W. (2010). Consumer credit-risk models via machine-learning algorithms. *Journal of Banking & Finance*.
4. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature Journal*.
5. Lopez de Prado, M. (2018). *Advances in Financial Machine Learning*. Wiley.
6. Mullainathan, S., & Spiess, J. (2017). Machine Learning: An Applied Econometric Approach. *Journal of Economic Perspectives*.
7. OECD. (2021). Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Finance: Opportunities, Challenges and Implications for Policy Makers.
8. Prasad, A., & Agarwal, S. (2021). The Impact of AI and Machine Learning on the Global Financial Sector. *International Journal of Finance & Banking Studies*.
9. Financial Stability Board (FSB). (2017). Artificial intelligence and machine learning in financial services: Market developments and financial stability implications.
10. World Economic Forum. (2018). The New Physics of Financial Services: How artificial intelligence is transforming the financial ecosystem.

Максим Коломійцев,

*здобувач фахової передвищої освіти,
циклова комісія прикладної математики та інформаційних технологій
email: kolomeyzev.max@stud.onu.edu.ua ;*

Ганна Коренкова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра комп'ютерних систем та технологій,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
email: korenkova@onu.edu.ua*

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

У сучасній цифровій економіці прогнозування відіграє ключову роль. Особливої актуальності набуває прогнозування фінансових показників, зокрема курсу валют. Зміни таких показників характеризуються нелінійністю та впливом випадкових чинників.

Традиційні методи статистичного прогнозування, зокрема регресійний та кореляційний аналіз, широко застосовуються для прогнозування часових рядів [1; 2]. За наявності нелінійних характеристик ряду, застосування цих методів є недостатнім і вимагає залучення інших більш сучасних методів. На сьогодні набувають популярності методи машинного навчання [3].

Метою дослідження є розробка моделей та прогнозування часових рядів з використанням машинного навчання.

На будь-який часовий ряд впливають різні за природою фактори. Для побудови моделі прогнозування ряду необхідно розуміти структуру ряду. Зазвичай вона поділяється на детерміновану та стохастичну складові.

Прогнозування часового ряду здійснювалося із залученням багатощарового перцептрона (MLP) та мережі довгої короткочасної пам'яті (LSTM) [3]. Ці методи є ефективним інструментом прогнозування часових рядів.

Збір даних і побудова моделі відбувалися з використанням мови програмування Python. Для побудови та дослідження моделі використовувалися фінансові дані курсу валютної пари EUR/USD за період з 1 січня 2020 року по 31 грудня 2023 року з кроком в один торговий день. Ці дані були отримані із залученням бібліотеки ufinance. Перед побудовою моделі вони були очищені, нормалізовані та використані для формування навчальної та тестової вибірок.

Модель MLP складалася з вхідного шару, одного або декількох прихованих шарів та вихідного шару [3]. Вхідний шар приймає набір п'яти попередніх значень валютного курсу. Прихований шар нейронної мережі містить чотири нейрони. Вихідний шар містить один нейрон з лінійною функцією активації, що дозволяє отримати числове прогнозоване значення ряду.

Процес навчання полягає у багаторазовому проходженні навчальної вибірки, що визначається кількістю епох. Під час кожної епохи виконується обчислення прогнозованих значень, оцінювання похибки та корекція вагових коефіцієнтів мережі за допомогою методу зворотного поширення помилки.

Архітектура LSTM-моделі визначається послідовною організацією шарів. Сформована модель складається з рекурентного шару довгої короткочасної пам'яті та вихідного повнозв'язного шару. Завдяки механізмам пам'яті модель здатна враховувати короткострокові та довгострокові залежності у даних.

Навчання моделей здійснювалося алгоритмом Adam. Оцінювання якості прогнозування здійснюється за допомогою показника середньоквадратичної похибки RMSE, що дозволяє кількісно оцінити відхилення прогнозованих значень від фактичних.

Результати порівняльного аналізу моделей багат шарового перцептрона та рекурентної нейронної мережі типу LSTM для прогнозування валютного курсу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика моделей MLP та LSTM

Параметр порівняння	MLP	LSTM
RMSE (тестова вибірка)	0.00840	0.00661
Обчислювальна складність	Низька	Висока
Час навчання (відносний)	Швидко	Повільно
Схильність до перенавчання	Середня	Висока (потребує регуляризації)

Порівняльний аналіз показав, що застосування моделей типу LSTM для прогнозування курсу валют є більш ефективним порівняно з моделлю типу MLP. Отримані результати підтверджують доцільність використання машинного навчання для прогнозування складних нелінійних процесів в галузі фінансів. Розроблені моделі можуть бути використані для підтримки прийняття рішень у фінансовій сфері.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бідюк П. І., Романенко В. Д., Тимощук О. Л. Аналіз часових рядів. Київ : Політехніка, 2010. 400 с.
2. Ковальчук В. В., Марченко Н. В. Методи прогнозування в економіці. Київ : КНЕУ, 2012. 296 с.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 2016. 775 p.

Марія Мітла,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,

Державний податковий університет

email: mitlamaria13@gmail.com

Науковий керівник:

Антон Омельчук,

кандидат технічних наук,

доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,

Державний податковий університет

email: tareon@ukr.net

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ TELEGRAM-БОТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

У сучасних умовах цифровізації економіки спостерігається стрімке зростання ролі інформаційних технологій у забезпеченні ефективного функціонування фінансових систем. Одним із перспективних напрямів автоматизації фінансової діяльності є використання інтелектуальних чат-ботів, зокрема Telegram-ботів, які поєднують у собі можливості обробки великих обсягів даних, аналітики та інтерактивної взаємодії з користувачем. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення оперативності фінансового аналізу, точності прогнозування та доступності аналітичних інструментів для широкого кола користувачів.

Інтелектуальні Telegram-боти являють собою програмні системи, що функціонують на базі платформи месенджера Telegram і використовують алгоритми штучного інтелекту для обробки запитів користувачів, аналізу даних та формування відповідей у режимі реального часу. Завдяки відкритому програмному інтерфейсу Telegram API забезпечується можливість інтеграції ботів із зовнішніми фінансовими сервісами, біржами та банківськими системами, що дозволяє створювати комплексні рішення для автоматизації фінансового моніторингу, аналізу та прогнозування.

Практичне застосування таких ботів вже набуло значного поширення у фінансовій сфері, що підтверджується низкою реальних кейсів. Зокрема, у сфері криптовалютної торгівлі активно використовуються боти, такі як Unibot [1] та Maestro [2] які забезпечують автоматизоване виконання торгових операцій, включаючи копіювання угод (copy trading), встановлення лімітних ордерів і

моніторинг нових токенів у режимі реального часу. Такі рішення фактично виконують функції торгових платформ безпосередньо у месенджері, спрощуючи доступ користувачів до фінансових ринків. Водночас, за даними аналітичних оглядів, подібні боти здатні генерувати значні фінансові обсяги та доходи, що свідчить про їхню ефективність як інструментів фінансової діяльності [3].

Іншим напрямом є використання Telegram-ботів для автоматизації фінансових сервісів та управління активами. Наприклад, бот @CryptoBot дозволяє здійснювати купівлю, продаж і зберігання криптовалюти безпосередньо в Telegram, інтегруючи функції платіжної системи та цифрового гаманця [4]. Аналогічно, бот @wallet [5] забезпечує можливість проведення фінансових транзакцій, обміну та інвестування у криптоактиви, що фактично трансформує месенджер у фінансову платформу [6]. Такі приклади демонструють тенденцію до конвергенції комунікаційних та фінансових технологій.

Суттєвий інтерес становлять боти, орієнтовані на фінансову аналітику та облік. Наприклад, у практиці розробки персональних фінансових асистентів широко застосовується інтеграція Telegram-ботів із хмарними сервісами, такими як Google Sheets. Один із реалізованих кейсів передбачає використання бота для збору даних про витрати користувача, їх автоматичної обробки та формування аналітичних звітів, що включають структуру витрат, середні значення та категоріальний аналіз. У результаті користувач отримує узагальнену фінансову інформацію у зручному форматі без необхідності використання спеціалізованого програмного забезпечення [7].

Окрему групу становлять боти, що використовуються у фінансових спільнотах для розповсюдження аналітичної інформації та торгових сигналів. У таких системах боти автоматично надсилають користувачам повідомлення щодо змін на ринку, включаючи рекомендації щодо купівлі або продажу активів, рівні стоп-лосів і тейк-профітів. Автоматизація наведених процесів дозволяє значно зменшити навантаження на адміністраторів та підвищити швидкість передачі критично важливої інформації, що є особливо важливим у високоволатильних фінансових середовищах [8].

Водночас аналіз практичних реалізацій свідчить і про наявність суттєвих ризиків. Зокрема, частина Telegram-ботів у фінансовій сфері може використовуватися для шахрайських схем або функціонувати нестабільно. Користувачі відзначають проблеми з надійністю окремих ботів, затримками у виконанні операцій та ризиками втрати коштів у разі централізованого зберігання активів. При цьому, існують випадки використання ботів для інвестиційних шахрайств, коли користувачам демонструється фіктивне зростання доходів без можливості

виведення коштів [7]. Дане підкреслює необхідність критичного підходу до використання таких інструментів і впровадження механізмів кібербезпеки.

Таким чином, аналіз конкретних кейсів підтверджує, що інтелектуальні Telegram-боти вже активно застосовуються у фінансовій сфері як інструмент автоматизації аналітики, управління активами та прогнозування. Їх використання дозволяє забезпечити оперативний доступ до фінансових даних, підвищити ефективність прийняття рішень і розширити можливості користувачів у сфері фінансів. Проте, розвиток подібних систем у подальшому потребує вдосконалення алгоритмів аналізу, підвищення рівня безпеки та формування належного правового регулювання їх використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Unit. URL : https://t.me/unibotsniper_bot (дата звернення: 09.04.2026).
2. Maestro. URL : <https://t.me/Maestro> (дата звернення: 09.04.2026).
3. Axios. This Telegram bot is crypto's silver lining. URL : <https://www.axios.com/2023/09/14/crypto-telegram-bot> (дата звернення: 09.04.2026).
4. CryptoBot. URL : <https://t.me/CryptoBot> (дата звернення: 09.04.2026).
5. Wallet. URL : <https://t.me/wallet> (дата звернення: 09.04.2026).
6. GramBots. Discover the Best Telegram Bots. URL : <https://www.grambots.com/> (дата звернення: 09.04.2026).
7. Reddit. Built a Telegram-Based Personal Finance Assistant Using n8n – Looking for Suggestions to Improve. URL : https://www.reddit.com/r/n8n/comments/1ku2ep6/built_a_telegrambased_personal_finance_assistant/ (дата звернення: 09.04.2026).
8. Trilokana marketing. URL : <https://trilokana.com/blog/telegram-bots-for-finance-trading-automate-signals-subscriptions/> (дата звернення: 09.04.2026).

Олександра Моркова,

студентка Ірпінського фахового коледжу економіки та права

email: alexandra777000777@gmail.com

Науковий керівник:

Ніна Вовк,

викладач вищої категорії,

Ірпінський фаховий коледж економіки та права

email: nvovk@ifker.ukr.education

АНАЛІЗ ПОВЕДІНКОВИХ ПАТТЕРНІВ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК МЕТОД ВЕРИФІКАЦІЇ ТРАНЗАКЦІЙ У МОБІЛЬНОМУ БАНКІНГУ

Стрімка цифровізація фінансових послуг призвела до трансформації загроз у кіберпростор, традиційні методи ідентифікації, такі як паролі та статичні біометричні дані, вже не забезпечують достатнього рівня захисту. Фінансовий сектор залишається пріоритетною ціллю для кібератак, що вимагає розробки та впровадження нових методів захисту фінансових транзакцій, здатних адаптуватися до мінливих стратегій зловмисників [3, с. 14]. Одним із найбільш перспективних напрямів є аналіз поведінкових патернів за допомогою штучного інтелекту (ШІ).

Для розробки ефективної системи верифікації необхідно розуміти структуру загроз. У дослідженні Резника Микита Олександровича (2023) виокремлено ключові типи атак на фінансові транзакції, серед яких:

- Соціальна інженерія та фішинг;
- Викрадення сесій (*session hijacking*);
- Використання вразливостей мобільних платформ.

Ефективна протидія цим загрозам неможлива без інтелектуального моніторингу, оскільки зловмисники дедалі частіше використовують легітимні облікові дані користувачів, отримані шляхом маніпуляцій, що ускладнює роботу звичними методами.

Тому сучасні банківські системи переходять на проактивні моделі захисту. За даними дослідження П. С. Усіка та співавторів [1, с. 710], використання ШІ дозволяє не лише реагувати на інциденти, а й прогнозувати їх. Автори наголошують, що технології ШІ забезпечують: а) автоматизацію виявлення аномалій (ШІ обробляє масиви даних у реальному часі, виявляючи відхилення від типової

поведінки клієнта), б) зменшення кількості хибнопозитивних спрацювань (завдяки глибокому навчанню системи краще розрізняють нетипову, але легітимну активність користувача від реальної атаки).

Поведінкова біометрія базується на унікальних особливостях взаємодії людини з пристроєм. Згідно зі звітом World Economic Forum (2025) [2, с. 12], майбутнє фінансових послуг тісно пов'язане з ідентифікацією на основі «цифрового сліду» користувача.

До основних патернів, що підлягають аналізу ШІ, належать такі фактори:

- *Моторика*. Швидкість натискання клавіш, ритміка введення даних та характер скролінгу екрана.
- *Навігація*. Типовий шлях користувача всередині додатку (наприклад, звична послідовність переходу між рахунками).
- *Контекст*. Геолокація, тип мережі та час проведення операцій.

Такий підхід створює умови для «непомітної» (frictionless) верифікації, де безпека не створює незручностей для клієнта, але забезпечує безперервну перевірку його особистості протягом усієї сесії. Нейронні мережі здатні розпізнавати аномалії в роботі банківських систем на ранніх етапах, що значно підвищує загальний рівень кібербезпеки [1, с. 710].

Інтеграція ШІ-аналізу в мобільний банкінг дозволяє створити багатфакторну модель захисту. Проте, критично важливим залишається питання якості навчальних вибірок та захисту самих алгоритмів ШІ від маніпуляцій («отруєння» даних) [1, с. 711]. Паралельно з цим, адаптація методів захисту має відбуватися з урахуванням регуляторних вимог та стандартів конфіденційності даних [3, с. 52].

Аналіз поведінкових патернів за допомогою ШІ є ключовим етапом еволюції банківської безпеки, що замінює статичні паролі динамічним «цифровим почерком» користувача. Впровадження цієї технології дозволяє реалізувати безперервну та непомітну верифікацію, яка ефективно протидіє соціальній інженерії без погіршення клієнтського досвіду. Попри виклики щодо захисту алгоритмів та конфіденційності даних, інтеграція ШІ-аналізу забезпечує проактивну протидію фроду та формує фундамент довіри у цифровому фінансовому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки банківських систем з використанням штучного інтелекту / П. С. Усік, Т. В. Смірнова, К. О. Буравченко, О. А. Смірнов, О. С. Улічев, С. А. Смірнов. 2025. URL : [file:///C:/Users/T0684/Downloads/048_930+\(704-716\).pdf](file:///C:/Users/T0684/Downloads/048_930+(704-716).pdf)

2. The Future of Financial Services: AI and Identity Verification / World Economic Forum. 2025. URL : https://reports.weforum.org/docs/WEF_Artificial_Intelligence_in_Financial_Services_2025.pdf

3. Резник М. О. Аналіз кіберзагроз у фінансовому секторі та методи захисту фінансових транзакцій. 2023. URL : <https://dspace.onua.edu.ua/server/api/core/bitstreams/08789cf4-cde6-479e-9ab9-05daeeb5d4b4/content>

Нікіта Савін,

*здобувач четвертого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем
email: n.v.savin@dpu.edu.com ;*

Олександр Редич,

*кандидат економічних наук, доцент,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,
Державний податковий університет
email: redich2@gmail.com*

АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ЄДИНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ІТ-СПІЛЬНОТ: АНАЛІЗ ПОТРЕБ ТА ПЕРСПЕКТИВ В УКРАЇНСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Віддалена робота, яка стала стандартом для більшості ІТ-ринку України, парадоксальним чином поглиблює ці тенденції. За даними глобальних звітів Інституту Gallup, повністю віддалені працівники, хоч і мають вищу залученість, є найменш схильними відчувати стан загального процвітання і значно частіше повідомляють про переживання тотальної самотності. Масштабні опитування фахівців інтелектуальних сфер в Україні підтверджують цю кризу: 85 % респондентів повідомляють про досвід гострого професійного вигорання.

Таблиця 1 – Вплив формату комунікаційної екосистеми
на ефективність фахівців

Показник	Екосистема фрагментованих інструментів	Єдина інтегрована платформа
Когнітивне навантаження	Критично високе (постійне перемикавання)	Оптимізоване (єдиний центр управління)
Соціальний капітал	Низький (інформаційний шум)	Високий (розвиток Спільнот Практиків)
Рівень кібербезпеки	Вразливий (ризик інфільтрації ворога)	Максимальний (державна верифікація)

Впровадження єдиної спеціалізованої платформи усуває ці проблеми шляхом агрегації професійної взаємодії в одному захищеному інструменті. Це створює ідеальну архітектурну базу для формування спільнот практиків, що

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

стимулюватимуть інновації, прискорять онбординг молодих спеціалістів та відновлять інститут менторства.

Для кількісного обґрунтування доцільності впровадження єдиної платформи та оцінки її ефективності залучено методи інтелектуальної аналітики та математичного моделювання соціальних мереж на основі теорії графів. Мережа професійної взаємодії IT-фахівців може бути представлена як неорієнтований граф $G=(V, E)$, де V – множина клієнтів / користувачів (IT-спеціалістів), а E – множина ребер, що позначають соціальні та професійні комунікаційні взаємодії між ними. В умовах фрагментованої комунікації граф розпадається на слабкозв'язані підграфи, що різко знижує пропускну здатність знань та синергію. Натомість єдина платформа дозволяє оптимізувати соціальний капітал шляхом максимізації метрик центральності для ключових вузлів екосистеми. Аналітична метрика центральності посередництва (Betweenness Centrality) $C_B(v)$, що відображає ступінь контролю вузла над інформаційними потоками в мережі, розраховується за формулою (1):

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (1)$$

де σ_{st} – загальна кількість найкоротших шляхів від вузла s до t , а $\sigma_{st}(v)$ – кількість таких шляхів, що проходять безпосередньо через вузол v . Дослідження топології великих даних (Big Data) та математичного моделювання соціальних мереж показують, що вузли з найвищими значеннями центральності значно підвищують загальну ефективність розповсюдження інформації в мережі. На основі цієї математичної моделі розроблено аналітичну типологізацію клієнтів майбутньої платформи (таблиця 2).

Таблиця 2 – Типологія клієнтів (вузлів) соціальної IT-мережі
та їхня аналітична метрика

Показник	Екосистема фрагментованих інструментів	Єдина інтегрована платформа
Когнітивне навантаження	Критично високе (постійне перемикання)	Оптимізоване (єдиний центр управління)
Соціальний капітал	Низький (інформаційний шум)	Високий (розвиток Спільнот Практиків)
Рівень кібербезпеки	Вразливий (ризик інфільтрації ворога)	Максимальний (державна верифікація)

Критично важливим аспектом для українського контексту є безпека та довіра. Унікальною перевагою розробки такої платформи має стати її глибока інтеграція з державною інфраструктурою електронного урядування, насамперед – екосистемою "Дія". Використання офіційних API-сервісів (наприклад, Diia.Check) для наскрізної верифікації профілів повністю унеможливить створення фейкових бот-акаунтів та інфільтрацію ворожих агентів. Це гарантуватиме створення безпрецедентно довіреного середовища для екологічного професійного спілкування, координації масштабних волонтерських зборів та безпечної розробки інноваційних проєктів у сфері Defense-Tech.

Отже, запропонований підхід це розробка, запуск та впровадження єдиної спеціалізованої соціальної платформи для ІТ-спільноти України є не просто технологічною зручністю, а вимогою часу. Консолідована архітектура вирішує проблеми когнітивного перевантаження, сприяє інституціоналізації менторства, нівелює кризу соціальної ізоляції віддаленої роботи та гарантує високий рівень кібербезпеки, що є необхідною умовою збереження інтелектуального капіталу нації під час воєнного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dnipro IT Ecosystem Research 2025: Strategic Growth in Times of Uncertainty. URL : <https://itukraine.org.ua/en/dnipro-it-ecosystem-research-2025-strategic-growth-in-times-of-uncertainty/>
2. Ukrainian Tech Industry in the Fourth Year of the War: Stabilization, New Strategies, and a Shift in Market Architecture / Results of IT Research Ukraine 2025. From Adaptation to Transformation – CodeUA. URL : <https://codeua.com/ukrainian-tech-industry-in-the-fourth-year-of-the-war-stabilization-new-strategies-and-a-shift-in-market-architecture-results-of-it-research-ukraine-2025-from-adaptation-to-transformatio/>
3. Ukraine's tech market: 2025 report / N-iX. URL : <https://src.n-ix.com/uploads/2025/02/25/d3f17988-8246-40ae-9703-3cd14f6163ad.pdf>
4. Комунікації в ІТ-діяльності / Центральнотехнічний університет. URL : <https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/3de91911-1175-40cb-9895-d02a4c1f6b6e/download>
5. Employees Who Use Multiple Social Networks May Be Better at Context Switching / LifeTips. URL : <https://lifetips.alibaba.com/tech-efficiency/employees-who-use-multiple-social-networks-may-be-bette>
6. Largest Study on Journalists' Mental Health and War in Ukraine Published. URL : <https://2402.org/largest-study-on-journalists-mental-health-and-war-in-ukraine-published/>

Максим Юрченко,

*здобувач фахової передвищої освіти,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: myurchenko@ifker.ukr.education ;*

Олексій Дудник,

*викладач, відділення економіки та інформаційних технологій,
Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: odudnyk@ifker.ukr.education*

ВИКОРИСТАННЯ III ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ІОТ СИСТЕМ

Інтернет речей перетворився на важливу складову цифрової інфраструктури, у якій сенсори, виконавчі пристрої, шлюзи та хмарні сервіси безперервно формують потоки даних для прийняття рішень. У фінансовому секторі це проявляється у роботі мереж банкоматів, POS-терміналів(Point of Sale – точка продажу), систем контролю доступу у відділеннях, розумних сховищ, систем енергоменеджменту, логістики готівки та страхових телематичних сервісів. Однак зі зростанням кількості підключених пристроїв підвищуються вимоги до швидкості обробки повідомлень, точності виявлення відхилень, безперервності сервісу та кіберзахисту. Саме тому актуальним є поєднання IoT (Internet of Things – Інтернет речей) із методами штучного інтелекту, яке дозволяє не лише збирати дані, а й автоматично оптимізувати роботу розподіленої системи [1].

Концепція AIoT (Artificial Intelligence of Things – штучний інтелект речей / поєднання III та IoT) передбачає інтеграцію інструментів штучного інтелекту з інфраструктурою Інтернету речей для аналізу поточкових даних, прогнозування станів об'єктів і підтримки автономного керування. На відміну від традиційного підходу, де дані передаються у центральне сховище й обробляються постфактум, AIoT дає змогу виконувати частину аналітики ближче до джерела даних, на периферії мережі або на гібридній платформі. Така організація зменшує затримки, скорочує обсяг передавання даних у хмару та підвищує оперативність реакції системи на зміну стану середовища [2; 5].

Для оптимізації роботи IoT систем доцільно застосовувати кілька класів моделей штучного інтелекту. По-перше, це моделі прогнозування навантаження та ресурсоспоживання, які допомагають збалансувати обчислення між edge- і cloud-рівнями. По-друге, це алгоритми виявлення аномалій, здатні оперативно

визначати нетипову поведінку пристроїв, каналів зв'язку або користувацьких сценаріїв. По-третє, це моделі прогнозного обслуговування, які на основі телеметрії дають можливість передбачати відмови обладнання та планувати технічні втручання до виникнення простою. Для фінансових організацій така функціональність особливо важлива, оскільки відмова банкомата, термінала чи датчика безпеки безпосередньо впливає на доступність послуг і рівень довіри клієнтів [4; 6].

Архітектурно ефективна IoT система з елементами ШІ повинна поєднувати рівень пристроїв, комунікаційний рівень, шар локальної обробки та хмарні аналітичні сервіси. У сучасних платформах центральними завданнями залишаються приймання телеметрії у великому обсязі, маршрутизація повідомлень, управління прошивками, контроль доступу, візуалізація даних і запуск моделей машинного навчання. Якщо частину аналітики виконувати на edge-рівні, можна знизити навантаження на мережу та швидше реалізовувати керуючі дії. Якщо ж поєднати edge-обробку з хмарною аналітикою, система отримує одночасно швидкість локальної реакції та переваги глибшого історичного аналізу [5].

У фінансовій сфері оптимізація IoT систем засобами ШІ має кілька практичних напрямів. Перший пов'язаний із забезпеченням безвідмовної роботи розподіленої мережі пристроїв самообслуговування. Аналіз телеметрії дає змогу виявляти ознаки перегрівання, нестабільного живлення, помилок зчитувачів або підозрілої активності ще до фактичного збою. Другий напрям стосується інтелектуального управління цифровою інфраструктурою відділень і дата-центрів, де моделі можуть оптимізувати енергоспоживання, режими охолодження та фізичну безпеку. Третій напрям – робота зі страхуванням та фінансовими сервісами, які використовують дані сенсорів і телематики для побудови динамічних оцінок ризику, персоналізації тарифів та контролю шахрайських дій [4].

Разом із перевагами інтеграція ШІ в IoT системи висуває підвищені вимоги до безпеки та керованості. NIST (National Institute of Standards and Technology – Національний інститут стандартів і технологій США) підкреслює, що виробники і оператори IoT рішень мають заздалегідь закладати механізми ідентифікації пристроїв, захищене оновлення, конфігураційне управління, журналювання подій та можливість супроводу протягом життєвого циклу [3]. Для систем, у яких рішення ШІ можуть впливати на обслуговування клієнтів або критичні операції, не менш важливими є якість даних, відтворюваність моделей, пояснюваність результатів та контроль хибних спрацювань. На практиці це означає, що оптимізація не повинна зводитися лише до підвищення швидкодії; вона має забезпечувати надійність, прозорість та відповідність вимогам безпеки.

Отже, використання штучного інтелекту для оптимізації роботи IoT систем є перспективним підходом до побудови сучасної цифрової інфраструктури. Поєднання сенсорного середовища, edge-обробки, хмарної аналітики та моделей машинного навчання дозволяє зменшити затримки, підвищити точність виявлення аномалій, перейти до прогностного обслуговування та раціональніше використовувати ресурси. Для фінансового сектору це означає підвищення стійкості сервісів, кращий контроль ризиків і створення підґрунтя для нових цифрових послуг. Подальші дослідження доцільно спрямувати на побудову архітектур AIoT із урахуванням вимог довіреності, кіберзахисту та адаптації моделей до потокових даних у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Internet of Things / OECD. URL : https://www.oecd.org/en/publications/the-internet-of-things_5jlwvzz8td0n-en.html (дата звернення: 13.04.2026).
2. Challenges of and guidelines to standardization on artificial intelligence of things / ITU-T. URL : <https://www.itu.int/epublications/fr/publication/itu-t-ystp-aiot-2023-09-challenges-of-and-guidelines-to-standardization-on-artificial-intelligence-of-things/en> (дата звернення: 13.04.2026).
3. Fagan M., Megas K., Scarfone K., Smith M. Foundational Cybersecurity Activities for IoT Device Manufacturers. NISTIR 8259. URL : <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8259> (дата звернення: 13.04.2026).
4. Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Finance / OECD. URL : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/08/artificial-intelligence-machine-learning-and-big-data-in-finance_8d088cbb/98e761e7-en.pdf (дата звернення: 13.04.2026).
5. Introduction to the Azure Internet of Things (IoT) / Microsoft. URL : <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/iot/iot-introduction> (дата звернення: 13.04.2026).
6. Bitam T., Yahiaoui A., Boubiche D. E., Martínez-Peláez R., Toral-Cruz H., Velarde-Alvarado P. Artificial Intelligence of Things for Next-Generation Predictive Maintenance. *Sensors*. 2025. Vol. 25, No. 24. Article 7636 [Електронний ресурс]. URL : <https://doi.org/10.3390/s25247636> (дата звернення: 13.04.2026).

СЕКЦІЯ 4

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ ТА ЇХ ВІДОБРАЖЕННЯ В МЕТОДИЦІ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Mykyta Chubатов,

*First (Bachelor's) level higher education student,
Department of Computer and Information Technologies and Systems
email: mykyta.chubатов@dpu.edu.ua ;*

Daria Termenzhy,

*PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, scientific advisor,
State Tax University, Ukraine
email: d.y.termenzhy@dpu.edu.ua*

MATHEMATICS AS THE FOUNDATION OF IT: IMPLEMENTING INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE LEARNING PROCESS

In the 21st century, as information technologies develop at a high pace, it's essential to apply the theory students learn in educational institutions in practice which includes solving real-world problems using a computer. This approach optimizes code used to build applications through mathematical concepts and makes the learning process more efficient. This article explores the role of discrete mathematics for Computer Science students, analyzes approaches to implementing interdisciplinary connections, clarifies the importance of math in Artificial Intelligence and Machine Learning, and explains the underlying mathematical logic of 3D graphics.

The architecture of modern systems is based on discrete mathematics. Unlike continuous math, it operates on distinct values, resembling the binary nature of computers. Discrete mathematics provides the theoretical foundation and analytical tools essential for solving complex computational problems [1]. It forms the foundation of several core IT domains.

Developing scalable software requires a deep comprehension of data organization, underpinned by discrete mathematics. Discrete structures, such as graphs and trees, are the fundamental building blocks for developing efficient algorithms [1]. Additionally, basic data structures such as arrays and hash tables rely on discrete principles [1]. Without a solid grasp of combinatorics and set theory, a developer lacks the acumen to evaluate algorithmic time complexity (Big O notation) or architect

optimal databases. Additionally, securing data and web communications hinges on applied mathematical theorems. Cryptography relies on modular arithmetic, number theory, and finite fields to develop secure encryption protocols [1]. Graph theory also remains imperative for modeling complex real-world systems, evolving into an advanced tool for analyzing software dependencies and social interactions [2].

Modern IT education requires making adjustments, such as switching from manual calculation to algorithmic modeling. Programming environments connect theory learned on lectures and software applications. Integrating high-level tools like MATLAB into curriculum activates "computational thinking," allowing students to manipulate extensive datasets and prototype complex algorithms rather than performing routine arithmetic [3]. To bypass licensing barriers, cloud-based alternatives like Octave Online provide a free, browser-based graphical interface created for executing high-dimensional matrix operations and modeling dynamic systems [4]. By fully automating tasks such as matrix operations or numerical integration, these platforms shift the student's cognitive load. Learners can focus on the architectural logic of mathematical modeling—translating a real-world IT problem into a robust mathematical structure—treating mathematics as an executable tool for technological innovation.

Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) are frequently mischaracterized as autonomous "black box" paradigms; however, their efficacy is entirely predicated upon advanced mathematical frameworks. The architecture of intelligent systems is powered by a sophisticated amalgamation of linear algebra, calculus, and probability theory [5]. Linear algebra acts as the structural bedrock for data representation, translating real-world media into high-dimensional vectors and tensors, making neural network operations essentially massive matrix computations [5; 6]. Furthermore, calculus serves as the primary engine for model optimization. ML models "learn" using differential calculus—specifically, utilizing partial derivatives and the chain rule to execute gradient descent and backpropagation algorithms to minimize the loss function [6]. Finally, probability and statistics construct the formal framework for quantifying uncertainty, empowering algorithms to generate robust predictive inferences from empirical data [5].

The visual complexity of 3D computer graphics is fundamentally a manifestation of computationally intensive mathematical physics. Real-time rendering of physical destruction requires the continuous resolution of differential equations. Rigid body simulation involves calculating the distinct trajectories of thousands of polygonal fragments using numerical integration [7]. Furthermore, precise spatial orientation relies on advanced linear algebra. To circumvent "gimbal lock" during complex rotations, rendering engines utilize quaternions rather than standard Euler angles [8].

Thus, the computational lag often observed during 3D simulations is merely the processor exhausting its hardware capacity while executing millions of mathematical operations.

REFERENCES

1. Vidyashree H. R. [et al.]. Significance of Discrete Mathematics in Computer Science / ResearchGate. 2024. URL : https://www.researchgate.net/publication/380847894_Significance_of_Discrete_Mathematics_in_Computer_Science
2. Kumar A. [et al.]. Graph theory in Computer Science and Engineering / ResearchGate. 2024. URL : https://www.researchgate.net/publication/382118514_Graph_theory_in_Computer_Science_and_Engineering
3. MATLAB and Simulink for Academia / MathWorks. URL : <https://www.mathworks.com/academia.html>
4. Octave Online: Web UI for GNU Octave / Octave Online. URL : <https://octave-online.net/>
5. The Indispensable Role of Mathematics in Machine Learning: A Foundational Perspective / ResearchGate. 2024. URL : https://www.researchgate.net/publication/396835191_The_Indispensable_Role_of_Mathematics_in_Machine_Learning_A_Foundational_Perspective
6. Role of Mathematics in Machine Learning / ResearchGate. 2021. URL : https://www.researchgate.net/publication/351182493_Role_of_Mathematics_in_Machine_Learning
7. Baraff D. Physically Based Modeling: Rigid Body Simulation. SIGGRAPH Course Notes / ResearchGate. 2001. URL : https://www.researchgate.net/publication/220692510_Physically_Based_Modeling_Rigid_Body_Simulation
8. Dam E., Koch M., Lillholm M. Quaternions, Interpolation and Animation. University of Copenhagen / ResearchGate. 1998. URL : https://www.researchgate.net/publication/2384752_Quaternions_Interpolation_and_Animation

Nataliya Losyeva,

*Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
University of Barcelona, Mykola Gogol Nizhyn State University
email: natalie.losyeva@gmail.com ;*

Volodymyr Puzyrov,

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
University of Barcelona, Mykola Gogol Nizhyn State University
email: for.my.postbox@gmail.com ;*

Daria Termenzhy,

*PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
State Tax University
email: d.y.termenzhy@dpu.edu.ua*

DEVELOPING INFRASTRUCTURE FOR EFFECTIVE BLENDED LEARNING OF MATHEMATICS: INSIGHTS FROM INSTITUTIONAL PRACTICE

The contemporary educational landscape is characterized by the integration of digital technologies into all aspects of teaching and learning. Blended learning, which combines face-to-face instruction with online components, has emerged as one of the most effective models for organizing the educational process in higher education institutions. In the context of teaching mathematics, this approach offers new opportunities for improving the quality of learning, increasing student engagement, and supporting individualized learning trajectories [7].

The ongoing challenges faced by Ukrainian higher education institutions have significantly accelerated the transformation of teaching and learning practices. Ensuring the continuity of education under conditions of instability, limited resources, and geographical dispersion has required the rapid development of innovative and adaptable educational models. Blended learning has become a central strategy in this transformation, enabling the integration of synchronous and asynchronous learning formats and supporting students regardless of their location.

However, the successful implementation of blended learning requires the development of a comprehensive educational infrastructure. In mathematics education, such infrastructure must address the specific challenges associated with abstract reasoning, symbolic representation, and the hierarchical nature of knowledge. Therefore, it is essential to consider not only technological tools but also pedagogical strategies, organizational conditions, and data-driven approaches to teaching.

Our research team has accumulated substantial and long-term experience in **designing and developing educational infrastructure that supports effective blended learning in higher mathematics within the Ukrainian higher education context**. Since 2011, we have been systematically working on the creation of an integrated educational environment that combines pedagogically grounded interactive tools [5], digital resources [3], and course design solutions across key mathematical disciplines, including Analytical Geometry, Algebra and Geometry, and Introduction to Higher Mathematics.

Guribye and Lindström [1] emphasize that infrastructure should be understood as an integral component of the technological, material, and social conditions that shape organized activities within institutions such as universities, particularly in the domain of teaching and learning.

Aligning with the perspective of Danish scholars [4], infrastructure is inherently relational and, within university settings, is purposefully designed to support teaching and learning in alignment with institutional pedagogical approaches and strategic goals. Its effective design plays a key role in delivering education oriented toward 21st-century competencies, such as problem solving, collaboration, and innovation [4].

The development of infrastructure to support effective blended learning in mathematics constitutes a **complex and multidimensional challenge**, requiring the systematic integration of technological, pedagogical, organizational, and analytical components. Such infrastructure should be conceptualized as a coherent educational ecosystem in which digital tools, instructional design, and institutional support mechanisms are aligned with learning objectives and disciplinary specificity.

In our study “*Blended Learning in Action: Up-to-date Teaching Mathematics*” [2], we provided a detailed description of the technological and material components of the blended learning infrastructure at Vasyl Stus Donetsk National University.

The paper “Prospect of implementing a blended learning of mathematics in higher education: a case study of Vasyl Stus Donetsk National University” [6] also offers a comprehensive account of the conducted experiment on the implementation of a blended learning infrastructure into the university’s educational process, carried out in the context of a higher education institution that was forcibly relocated due to the war.

It is important to emphasize that a well-structured infrastructure not only contributes to improving the quality of mathematics education, but also facilitates the formation of students’ autonomy, the advancement of critical thinking skills, and the development of digital competence within contemporary learning environments.

Further research in this domain should be oriented toward the **empirical validation of blended learning models**, the design and implementation of adaptive learning systems, and the meaningful integration of artificial intelligence technologies into mathematics education.

REFERENCES

1. Guribye, F., & Lindström, B. Infrastructures for learning and networked tools: The introduction of a new tool in an inter-organisational network. In *Analysing networked learning practices in Higher Education and continuing professional development*. Brill. 2009. DOI : https://doi.org/10.1163/9789460910074_007
2. Losyeva N., Termenzhy D. Blended Learning in Action: Up-to-date teaching mathematics. Conference Proceedings. Abstracts. X International GUIDE Conference «*Optimizing Higher Education for the Professional Student: A balance of flexibility, quality and cultural sensitivity*». Vienna, Austria. September 16–18, 2015. P. 35.
3. Losyewa N. Termenzhy D. Distance technologies in action: E-learning in exile (the experience of Donetsk National University, Ukraine) / *Educación y Sociedad en Red. Los desafíos de la era digital*. USAL, Buenos Aires, 2016. URL : <http://p3.usal.edu.ar/index.php/supsignosead/issue/current>
4. Tabo G. O., Dirckinck-Holmfeld L., Bygholm A. Developing Infrastructures for Learning: Perspectives and Proposals in Design of New Practices. *Transforming Higher Education for Community Development*. Chapter 15 June 2025. DOI : 10.1163/9789004731585_015
5. Termenzhy D. Some ways for implementation the blended learning of mathematics: The author's experience/ 7th European Congress of Mathematics (7ECM-2016) : Conference Scientific Program. July 18–22, 2016. Technische Universität Berlin, Berlin, Germany. P. 76.
6. Termenzhy D., Losyeva N. Prospect of implementing a blended learning of mathematics in higher education: a case study of Vasyl Stus Donetsk National University // *International Conference on mathematics, informatics and informational technologies (MITI-2018)*. April 19–21, 2018. Balti, Moldova. P. 215–217.
7. Zhenxiong L., Slyvka L., Olynets T., Termenzhy D., & Huz V. The Use of Educational Technologies in Personalized Learning of Primary School Students. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 18 (1). 2025. URL : <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/2598>

Daria Termenzhy,

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,

State Tax University, Ukraine,

e-mail: gubar.darya@gmail.com ;

Olena Chumak,

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,

Teacher of Mathematics,

Elinor-Ostrom-Schule, Berlin

INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING HIGHER MATHEMATICS: IMPLEMENTATION OF A BILINGUAL METHODOLOGY

In the context of the rapid digitalization of society and the growing internationalization of higher education, the teaching of higher mathematics is undergoing significant transformation. Modern universities are increasingly challenged to prepare graduates who are not only proficient in mathematical thinking and problem-solving, but also capable of operating in multilingual and multicultural professional environments. This necessitates the integration of innovative pedagogical approaches that combine subject mastery with the development of academic and professional communication skills in a foreign language. In German schools, bilingual education (German–English) is also being actively implemented as an effective approach to integrating subject learning with foreign language acquisition.

In the Ukrainian context, it is critically important to prepare specialists who possess a strong command of the English language and are able to confidently operate with mathematical concepts, as this ensures their active participation in the global academic and professional community, access to international scientific resources, and competitiveness in the modern labor market.

One of the promising directions in this regard is the implementation of a bilingual methodology in teaching higher mathematics. Bilingual instruction enables students to simultaneously acquire mathematical knowledge and develop foreign language competence, primarily in English as the lingua franca of science and technology. This approach aligns with contemporary educational paradigms, including Content and Language Integrated Learning (CLIL), and contributes to enhancing students' cognitive flexibility, deeper conceptual understanding, and access to international academic resources [3].

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

At the same time, the integration of bilingual methodology into higher mathematics education presents a number of pedagogical and methodological challenges. These include the need to adapt teaching materials, redesign instructional strategies, ensure the balance between content and language learning, and consider students' varying levels of language proficiency. Addressing these challenges requires a scientifically grounded approach to the design and implementation of bilingual instruction, supported by modern educational technologies and learner-centered pedagogical principles [6].

Since 2024, we have been systematically implementing a CLIL approach to the teaching of higher mathematics at State Tax University. The instructional process is organized in a blended learning format, combining face-to-face and online components to ensure flexibility and accessibility. The specific features of implementing distance technologies and blended learning in higher mathematics have been explored in a number of studies [1; 2; 4; 5]. The initial stage involved a pilot experiment, which included conducting mathematics club sessions in English and organizing communication-oriented academic activities, such as round table “The Role of Mathematics in the Modern World: Education, Research, and Applications” and thematic discussions in English.

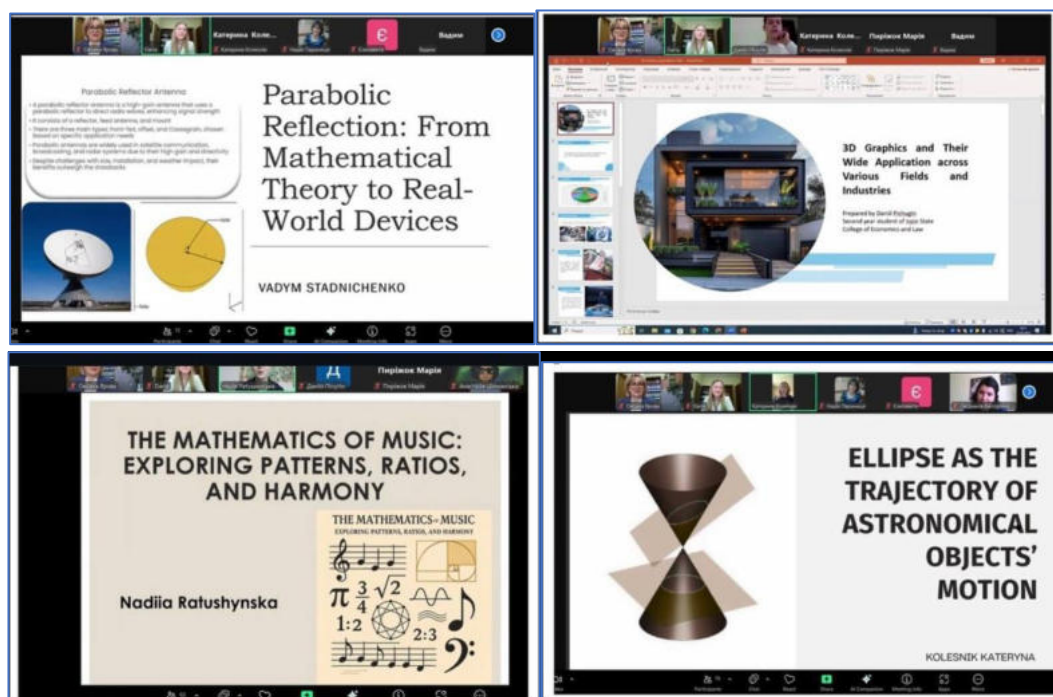


Fig. 1 – Round table discussion “The Role of Mathematics in the Modern World: Education, Research, and Applications” (May, 2025)

Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів

Beginning with the 2025/2026 academic year, the CLIL approach has been further institutionalized and integrated into practical classes in higher mathematics for students of the Faculty of Finance and Digital Technologies, marking a transition from experimental implementation to regular pedagogical practice.

At the end of the first semester, a survey was conducted via Google Forms to evaluate and further refine the implemented a CLIL approach. The results demonstrated a generally positive attitude of students toward bilingual learning. Specifically, 75.6 % of respondents indicated that, given their level of proficiency, studying within the bilingual framework was both accessible and engaging; 24.4 % reported initial concerns but successfully adapted; and 14.6 % noted occasional difficulties. These challenges can be attributed to the relatively low level of English proficiency among a portion of students (A1–A2), which accounts for approximately 8 % of the cohort.

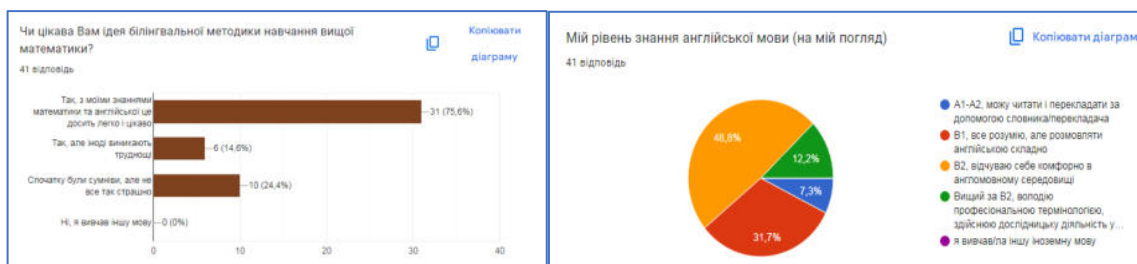


Fig. 2 – Some results of students' survey

All respondents confirmed that the allocated time was sufficient for mastering English mathematical terminology. In terms of further improvement, students expressed a preference for increasing the number of English sessions and interactive activities, as well as conducting all meetings of the mathematics club in English. Moreover, the majority of students indicated their interest in studying other disciplines through a CLIL approach, emphasizing its relevance for their future professional development and the essential role of English proficiency in the contemporary globalized environment.

REFERENCES

1. Losyeva N., Termenzhy D. Blended Learning in Action: Up-to-date teaching mathematics. *Conference Proceedings. Abstracts. X International GUIDE Conference «Optimizing Higher Education for the Professional Student: A balance of flexibility, quality and cultural sensitivity»*. Vienna, Austria. September 16–18, 2015. P. 35.

2. Losyewa N. Termenzhy D. Distance technologies in action: E-learning in exile (the experience of Donetsk National University, Ukraine) / Educación y Sociedad en Red. Los desafíos de la era digital. USAL, Buenos Aires, 2016. URL : <http://p3.usal.edu.ar/index.php/supsignosead/issue/current>
3. Sudarso H., Globalisasi S. E., Dibdyaningsih H. Implementation of the CLIL (Content and Language Integrated Learning) Approach in English Language Learning. *Global International Journal of Innovative Research*. 2024, 2 (10): 2315–2330.
4. Termenzhy D. Some ways for implementation the blended learning of mathematics: The author's experience / 7th European Congress of Mathematics (7ECM-2016) : Conference Scientific Program. July 18–22, 2016. Technische Universität Berlin, Berlin, Germany. P. 76.
5. Termenzhy D., Losyeva N. Prospect of implementing a blended learning of mathematics in higher education: a case study of Vasyl Stus Donetsk National University. International Conference on mathematics, informatics and informational technologies (MITI-2018). April 19–21, 2018. Balti, Moldova. P. 215–217.
6. Zhenxiong L., Slyvka L., Olynets T., Termenzhy D., & Huz V. The Use of Educational Technologies in Personalized Learning of Primary School Students. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 18 (1). 2025. URL : <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/2598>

Любов Балашенко,

*вчитель математики та інформатики,
опорний заклад освіти «Білогородський ліцей № 1»
Білогородської сільської ради
Бучанського району Київської області
email: luba6912@gmail.com*

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ ЧЕРЕЗ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ПРОБЛЕМ В УМОВАХ НЕПРОГНОЗОВАНOSTІ СУЧАСНОГО СВІТУ

Сучасна освітня парадигма 2026 року орієнтована на підготовку особистості до життєдіяльності в умовах високої мінливості. Традиційне вивчення математики в 9–11 класах часто залишається відірваним від реальних викликів цифрової економіки. Тому критично важливим є перехід до практико-орієнтованого навчання, де математичний апарат стає інструментом для прийняття обґрунтованих фінансових рішень. Використання методів лінійного програмування та прикладного моделювання дозволяє учням не лише опанувати алгоритми, а й розвинути стратегічне мислення [1; 4].

Формування дослідницьких навичок розглядається нами як процес трансформації теоретичних знань у практичні вміння. Важливим підґрунтям для цього є методичні розробки О. Пінчук та М. Лавінського, які пропонують дієві підходи до розв'язання економічних задач у шкільному курсі [4]. Спираючись на досвід сучасних дослідників [2; 3], пропонується впроваджувати інтегровані комплексні прикладні ситуації або міжпредметні навчальні проекти, що вимагають від учня гнучкості при зміні ринкових параметрів. Дослідницькі вміння в умовах сучасного світу – це здатність здобувача будувати моделі, що мінімізують витрати або максимізують прибуток. Як зазначають Н. Морзе та М. Гладдун [2], розвиток таких навичок потребує переходу до задач на оптимізацію.

У межах дослідження розглянемо дворівневу модель економічного моделювання для учнів старших класів:

1. Рівень виживання: Аналіз точки беззбитковості. Учні моделюють запуск стартапу, будуючи функції витрат та доходу. Математичне знаходження точки перетину графіків дозволяє визначити критичний обсяг продажів. Це вчить школярів базовому аналізу ризиків: «Скільки одиниць товару ми маємо продати, щоб не працювати у збиток?».

2. Рівень успіху: Лінійне програмування та оптимізація. Після стабілізації моделі стартапу учні переходять до задачі знаходження оптимального плану.

- Конструювання каркаса: Визначається цільова функція прибутку та система обмежень (бюджет, час, сировина).
- Візуалізація (Графічний метод): У середовищі GeoGebra учні будують область допустимих розв'язків. Це наочно демонструє, як математичні межі перетворюються на реальні бізнес-обмеження.
- Пошук максимуму: Через рух лінії рівня цільової функції учні знаходять вершину багатокутника, що гарантує максимальну ефективність.

На завершальному етапі в обидві моделі вносяться штучні зміни (зростання вартості енергоносіїв або зміна податків). Учні спостерігають, як на графіку зміщується точка беззбитковості або деформується область допустимих розв'язків. Це формує навичку не боятися змін, а аналізувати їх за допомогою математичних інструментів. Вважаю, що дослідницьке вміння сформується лише тоді, коли учень сам висуває гіпотезу. Головне не дати готову модель, а запропонувати учням при дослідженні сформулювати обмеження самостійно, також здатність учня до обґрунтування вибору оптимального рішення серед множини допустимих.

Інтеграція математичних методів оптимізації у вивчення фінансових аспектів трансформує роль учня з виконавця на дослідника-аналітика. Такий підхід забезпечує не лише якісне засвоєння програми, а й готує молодь до свідомого вибору професійної траєкторії в умовах динамічного світу та цифрової реальності.

В умовах цифрової трансформації математична освіта стає фундаментом грамотності в роботі з даними. Сучасна математика в школі має виглядати як лабораторія, де помилка – це не «двійка», а частина наукового процесу. Дослідницькі навички, здобуті в 9–11 класах, – це квиток у будь-яку круту професію майбутнього (від ІТ до фінансової аналітики).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильєва Д. В. STEM-орієнтовані задачі з математики: теорія та практика : посібник. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2021. 160 с.
2. Морзе Н. В., Гладдун М. А. Моделі змішаного навчання як засіб розвитку дослідницьких навичок здобувачів освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Т. 94, № 2. С. 15–32.

3. Семенець С. П. Математичне моделювання в умовах цифровізації освіти: виклики та перспективи. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2024. Вип. 1 (54). С. 112–118.

4. Пінчук О. П., Лавінський М. Л. Розв'язуємо задачі з економіки : посібник для вчителів. Київ : Основа, 2007. 156 с.

Марина Баштан,

учитель математики, ліцей № 153, м. Київ

email: baryshok.m09@gmail.com

ЦИФРОВІ ВІДЕОРЕСУРСИ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ: ДОСВІД СТВОРЕННЯ ТА ІНТЕГРАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «ФУНКЦІЇ»)

Інтеграція цифрових відеоресурсів у навчання математики розглядається як один із сучасних інструментів підвищення якості освітнього процесу, що сприяє посиленню наочності, активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти та формуванню глибшого розуміння абстрактних математичних понять, зокрема функцій.

У роботі представлено авторський досвід розробки та застосування відеоматеріалів у навчання теми «Функції», а також проаналізовано їх дидактичний потенціал у контексті традиційного та змішаного навчання математики. Актуальність дослідження зумовлена інтенсивною цифровізацією освітнього середовища та необхідністю забезпечення високої якості навчання математики в умовах змішаного та дистанційного форматів, що особливо загострилися в сучасних соціально-економічних і безпекових умовах.

Як підкреслюють педагоги О. Семеніхіна та М. Друшляк у своєму дослідженні «Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти» [3], зростаюча потреба у використанні ефективних засобів візуалізації та пояснення абстрактних математичних понять обумовлює доцільність упровадження цифрових відеоресурсів як інструменту підтримки індивідуалізованого навчання та розвитку пізнавальної активності здобувачів освіти. Водночас недостатня розробленість методичних підходів до створення та інтеграції відеоконтенту в навчання математики визначає потребу у системному аналізі авторського досвіду та обґрунтуванні його педагогічної ефективності.

У межах нашого дослідження особливу увагу приділено проблемі проєктування системи навчальних відеоресурсів з математики, орієнтованих на учнів і студентів. Упродовж п'ятирічного періоду автором було створено та інтегровано в освітній процес комплекс відеоуроків за змістовою лінією «Функції», що охоплює 25 відеоматеріалів і призначений для учнів 7–11 класів. Вибір цієї теми є обґрунтованим, оскільки вона відіграє системоутворювальну роль у формуванні математичної компетентності та водночас належить до категорії найбільш складних для опанування. Всі етапи створення системи розроблених

Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів

відеоуроків висвітлено у статті «Етапи проєктування системи навчальних відео-матеріалів з математики: модель ADDIE» [1].

Здійснимо детальніший аналіз розроблених навчальних матеріалів. Розглянемо фрагмент відеоуроку на тему «Криві, задані в полярній системі координат», теоретичний матеріал для якого був взятий з посібника «Аналітична геометрія в інтерактивній формі» [2]. Запропонована серія відеоуроків охоплює не лише традиційні форми подання навчального матеріалу, але й передбачає впровадження уроку випереджувального навчання, який доцільно реалізовувати в 11 класі після завершення вивчення теми «Функції».

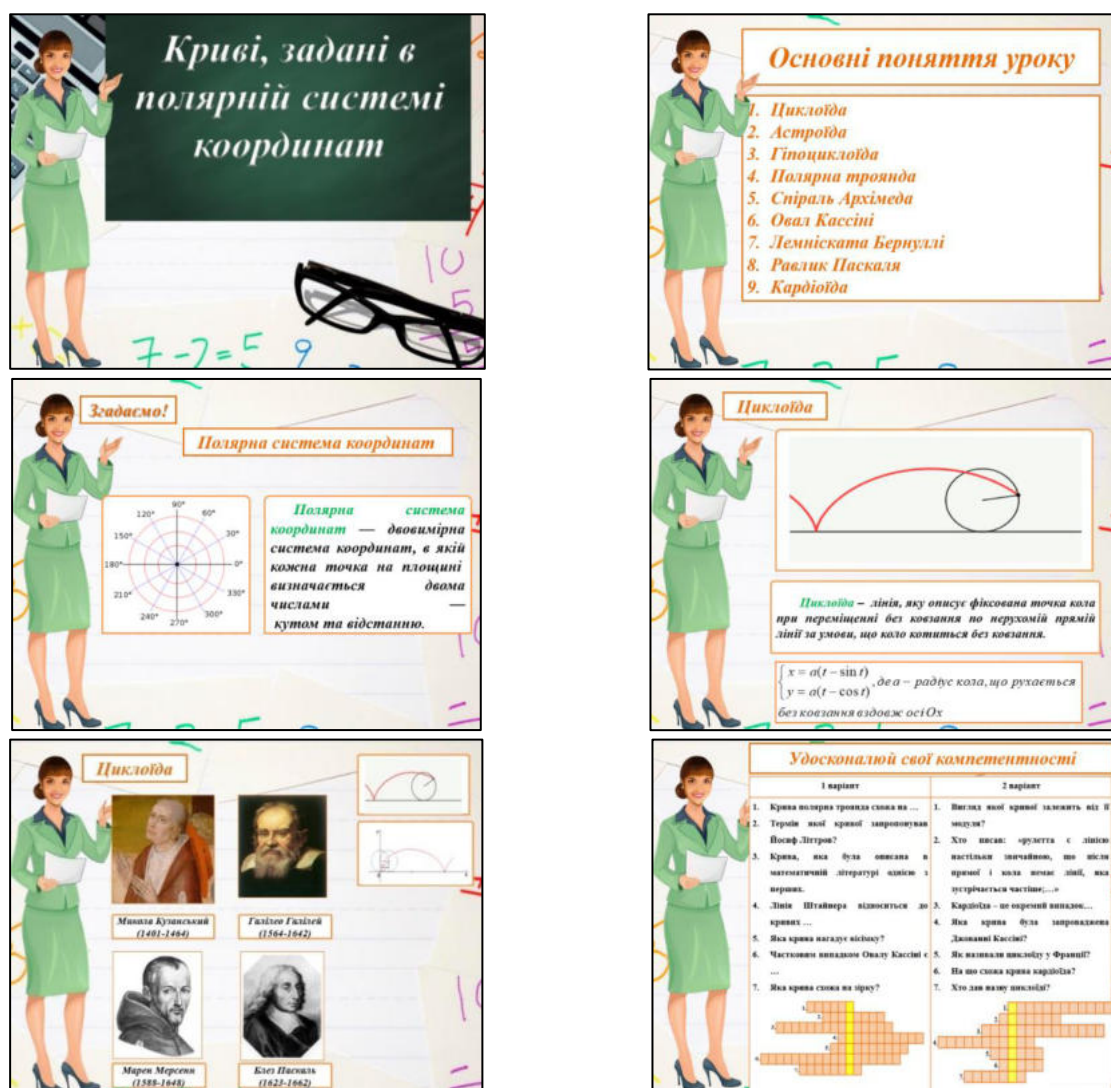


Рисунок 1 – Фрагмент відеоуроку
«Криві, задані в полярній системі координат»

З метою забезпечення ефективного візуального сприйняття навчального матеріалу нами використано лаконічний інтерфейс і просте, інформативне подання даних, у якому графічні елементи відображають сутність правил і задач.

Конструювання змісту здійснювалося з урахуванням трьох репрезентацій знань (текст, графіка, формули), а ключові положення акцентовано кольоровим виділенням.

Опорна рубрика «Згадаємо» спрямована на актуалізацію раніше засвоєного навчального матеріалу. На наступному етапі передбачено ознайомлення учнів із функціями в полярній системі координат, їх історичним розвитком та класифікаційними різновидами, що, зокрема, сприяє формуванню естетичної культури особистості. Теоретичний матеріал подано у стислій, структурованій формі із використанням кольорового кодування, що забезпечує підвищення ефективності його візуального сприйняття та запам'ятовування. Завершальний етап уроку передбачає узагальнення вивченого матеріалу, а також ознайомлення учнів із афористичним висловом видатної особистості. Рубрика «Удосконалюй свої компетентності» орієнтована на розвиток пізнавальної активності учнів шляхом виконання альтернативних навчальних завдань, зокрема розв'язування тематичного кросворду замість традиційних вправ.

Розроблена система відеоуроків ефективно використовується у навчальному процесі ліцею № 153 м. Києва. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням і впровадженням відеоматеріалів з інших розділів шкільного курсу математики, зокрема геометрії, а також створенням власного освітнього YouTube-каналу для учнів і студентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баришок М. В., Терменжи Д. Є. Етапи проєктування системи навчальних відеоматеріалів з математики: модель ADDIE. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал / редкол. : О. В. Семеніхіна (гол. ред.) та ін. ; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, фізико-математичний факультет. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2021. Вип. 4 (30). С. 20–29.
2. Лосєва Н. М. Губар Д. Є. Аналітична геометрія в інтерактивній формі: практичний курс : навч. посіб. для студентів. К. : Кафедра, 2014. 236 с.
3. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. URL : <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28252/Семеніхіна.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Максим Болгов,

*здобувач третього (доктор філософії) рівня вищої освіти,
кафедра педагогіки, початкової освіти та освітнього менеджменту
email: maximbolgovv@gmail.com ;*

Наталія Лосєва,

*доктор педагогічних наук, професор,
кафедра педагогіки, початкової освіти та освітнього менеджменту,
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя*

ІНТЕГРОВАНІЙ УРОК ІСТОРІЇ ТА МАТЕМАТИКИ ЯК СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПАТРІОТИЗМУ

Сьогодні, коли Україна переживає непрості часи і змушена відстоювати своє майбутнє, роль освіти стає особливо важливою. Школа вже давно не обмежується лише передачею знань – вона формує світогляд, цінності та громадянську позицію молодого покоління. Саме тут учні починають по-справжньому усвідомлювати, що означає бути частиною своєї держави. У цьому контексті інтегровані уроки, зокрема поєднання історії та математики, можуть стати дієвим інструментом патріотичного виховання.

Інтеграція історії та математики в освітньому процесі відкриває широкі можливості для формування цілісного світогляду здобувачів освіти, поєднуючи логічне мислення з осмисленням історичного досвіду українського народу. Інтегрований урок як інноваційна педагогічна форма сприяє розвитку патріотизму, оскільки дозволяє через математичні задачі та історичні факти формувати ціннісне ставлення до національної спадщини та громадянської відповідальності [3].

Поділяємо наукову позицію учених, які наголошують на вагомому виховному потенціалі тематичних занять з математики, присвячених українським пам'яткам культури, зокрема тих, що реалізуються у форматі математичних дидактичних ігор, вікторин, конференцій, диспутів, дискусій та інтелектуальних змагань [4]. У навчальному посібнику “Інтерактивні технології навчання математики” системно представлено приклади дидактичних ігор, спрямованих на інтеграцію історичного та математичного змісту навчання з виразним виховним потенціалом [2]. Запропоновані матеріали, наприклад гра «Матемобіль», доцільно використовувати під час проведення інтегрованих уроків з математики та історії.

Підкреслимо, що доцільним і педагогічно обґрунтованим на інтегрованих уроках є виконання міні-досліджень, що поєднують історію та математику,

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

оскільки забезпечує не лише розвиток аналітичного мислення, а й формування ціннісного ставлення до історичної спадщини нашої держави. Залучення учнів до аналізу реальних історичних даних, їх кількісної інтерпретації та узагальнення сприяє глибшому осмисленню подій минулого, усвідомленню ролі видатних постатей і державотворчих процесів, що, у свою чергу, виступає важливим чинником формування патріотизму, громадянської свідомості та національної ідентичності.

Наведемо приклад такого завдання (Рис.1). Очікуваними результатами виконання цього міні-дослідження є не лише формування вмінь учнів роботи з історичними джерелами та розвиток навичок аналізу й інтерпретації даних, а й усвідомлення взаємозв'язку між історичними подіями та їх кількісними характеристиками, що сприяє вихованню ціннісного ставлення до національної історії.

Київська Русь крізь призму математики: дослідження тривалості правління князів
міні-дослідження

ЗАВДАННЯ:

1. Оберіть 5–7 князів Київської Русі (наприклад: Олег, Ігор, Святослав, Володимир Великий, Ярослав Мудрий, Володимир Мономах).
2. Визначте роки їх правління та обчисліть тривалість правління кожного князя.
3. Побудуйте гістограму, що відображає тривалість правління.
4. Обчисліть середнє значення тривалості правління.

ЗАВДАННЯ:
Зробити висновок:
• чи існує «типова» тривалість правління князів;
• які фактори могли впливати на тривалість правління (війни, міжусобиці, політична стабільність тощо).

Ярослав Мудрий
1019–1054

Рисунок 1 – Фрагмент презентації мінідослідження «Київська Русь крізь призму математики: дослідження тривалості правління князів»

Окрім цього, реалізація завдання у форматі мініпроєкту або групової роботи з використанням цифрових інструментів (зокрема, Excel або Google Sheets) підсилює його виховний потенціал, сприяючи формуванню дослідницької культури, громадянської свідомості та патріотизму здобувачів освіти.

Інтегровані уроки створюють додаткові можливості для репрезентації досягнень України через призму кількісного аналізу, фактів і порівняльних характеристик, що дозволяє більш об'єктивно осмислити розвиток науки, економіки та культури. Такий підхід сприяє усвідомленню значного потенціалу держави

та її вагомому місця у світовому просторі, формуючи почуття національної гордості й мотивацію до активної участі у її подальшому розвитку. У посібнику [1] представлено систему таких задач з аналітичної геометрії.

Задача 1. У 2021 році обсяг виробництва продукції оборонно-промислового комплексу України умовно становив 10000 одиниць. У 2023 році цей показник зріс до 16000 одиниць, а у 2024 році – до 22000 одиниць.

1. На скільки відсотків зріс обсяг виробництва з 2021 до 2023 року?
2. На скільки відсотків він зріс з 2023 до 2024 року?
3. Визначте загальний відсоток зростання за період 2021–2024 рр.
4. Знайдіть середній річний темп зростання (наближено).
5. Побудуйте графік залежності обсягу виробництва від року.

Підкреслимо, що аналіз запропонованої динаміки дає змогу обґрунтувати висновки щодо розвитку науки і технологій, особливостей економічної адаптації держави, а також визначити роль інженерів і науковців у зміцненні її обороноздатності. Виконання такого завдання на основі математичних обчислень і опрацювання реалістичних даних сприяє усвідомленню значення оборонної промисловості для незалежності та безпеки країни, формуючи патріотизм, громадянську відповідальність і повагу до науково-технічного потенціалу України.

Безперечно, підготовка інтегрованих уроків потребує від учителя значних зусиль, високого рівня професійної майстерності та творчого підходу, зокрема щодо доцільного поєднання навчального матеріалу, забезпечення його доступності та пізнавальної привабливості. Водночас саме такі педагогічні практики є ефективним засобом формування покоління здобувачів освіти, які не лише володіють знаннями про історію своєї держави, а й усвідомлюють особистісний зв'язок із нею, що становить основу розвитку національної ідентичності та патріотизму.

Отже, інтеграція історії та математики виходить за межі суто дидактичної ефективності та набуває вагового виховного значення, спрямованого на формування свідомих громадян, здатних усвідомлювати цінність власної держави. Через аналіз фактів, кількісних даних і їх глибоке осмислення здобувачі освіти приходять до розуміння України як не лише географічного простору, а як спільного дому, що потребує відповідального ставлення, активної діяльності та громадянської позиції. До перспективних напрямів подальших наукових розвідок відносимо розроблення цілісної системи інтегрованих уроків з математики та історії, а також її експериментальне впровадження в освітній процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лосєва Н. М., Губар Д. Є. Аналітична геометрія в інтерактивній формі: практичний курс : навч. посіб. для студентів. К. : Кафедра, 2014. 236 с.
2. Лосєва Н. М., Непомняща Т. В., Панова А. Ю. Інтерактивні технології навчання математики : навчально-методичний посібник для студентів. К. : Кафедра, 2012. 228 с.
3. Пузирьов В. Є. Використання історичного матеріалу при викладанні вищої математики – один з чинників розвитку пізнавального інтересу студентів. *Проблеми методики фізико-матем. і технологічної освіти*. 2015. № 8. С. 47–52.
4. Пузирьов В. Є. Виховання патріотизму майбутніх фахівців на заняттях з вищої математики. *Проблеми освіти* : наук.-метод. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. Київ, 2015. № 85. С. 166–169.

Марія Бондар,

здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

email: mary1802.b@gmail.com ;

Дар'я Терменжи,

кандидат педагогічних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНИХ КВЕСТІВ У РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ТА ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ

У сучасних умовах трансформації освіти особливої актуальності набуває використання математичних квестів як інноваційного педагогічного інструменту, що сприяє розвитку критичного мислення та формуванню дослідницьких умінь здобувачів освіти. Сучасний математичний квест постає не як сукупність ізольованих завдань для відтворення знань, а як цілісний дидактичний інструмент, спрямований на розвиток критичного мислення через активне застосування набутих знань у нових ситуаціях. Виконання квестових завдань передбачає здійснення глибокого аналізу умов, обґрунтований вибір оптимальної стратегії розв'язання та рефлексивне оцінювання отриманих результатів. Водночас квестова діяльність актуалізує дослідницькі вміння здобувачів освіти, оскільки стандартні алгоритми розв'язання не завжди забезпечують досягнення мети, натомість ефективність досягається завдяки пошуку закономірностей, висуненню гіпотез і їх перевірці.

Квест спроможний перетворити звичайні математичні правила на «пригоду», що розвиває внутрішню мотивацію до досліджень [4]. Учень отримує змогу використовувати логіку критичного мислення несвідомо, руйнуючи бар'єр страху перед помилкою [5], розуміючи, що будь-яка математична проблема має розв'язок завдяки наполегливості та ітераціям, серед яких може бути безліч неуспішних.

З метою підвищення пізнавальної мотивації здобувачів освіти доцільним є використання структурованої моделі подання навчального матеріалу, зокрема у форматі електронного квесту, як це обґрунтовано у праці «Використання електронних навчальних квестів як сучасного засобу навчання» [2]. Така модель передбачає створення сюжетної легенди, що виконує мотиваційну функцію, формування проблемної ситуації, яка потребує розв'язання, а також надання

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

необхідного теоретичного підґрунтя для пошуку відповіді. Застосування подібного підходу сприяє переходу здобувача освіти від пасивного сприйняття інформації до активної дослідницької діяльності, у якій він виступає суб'єктом пізнання. У результаті формуються ключові компетентності, зокрема цифрова грамотність, критичне мислення та здатність до мобільного й самостійного пошуку рішень.

Доцільним є також використання інтерактивних тестів [1] як складової математичних квестів, оскільки вони забезпечують оперативний зворотний зв'язок, адаптивність завдань і можливість інтерактивної перевірки гіпотез, що підсилює як мотиваційний компонент, так і ефективність формування дослідницьких умінь.

Наведемо приклад розробленого нами математичного квесту «У пошуках таємниці числа π », який було презентовано студентам першого курсу до міжнародного дня числа π .



Рисунок 1 – Фрагмент презентації математичного квесту
«У пошуках таємниці числа π »

Під час ознайомлення учнів або студентів із числом π доцільно не обмежуватися демонстрацією його числового значення, а залучати їх до активного пізнання закономірностей математичного та фізичного світу. Зокрема, ефективною є організація діяльності, що передбачає експериментальне вимірювання діаметра та довжини кола, фіксацію отриманих результатів і визначення

відповідного відношення, яке й відображає число π , як приклад практичного застосування математичних знань. Такий підхід сприяє поглибленню наукового розуміння, формуючи в учнів активну позицію у процесі «конструювання» знань, на противагу їх пасивному засвоєнню.

Реалізація описаного підходу сприяє інтенсивному розвитку критичного мислення [3], що ґрунтується на здатності обґрунтовувати власні міркування в нестандартних умовах, відмінних від традиційного підручничового контексту. Аналітична діяльність у межах таких завдань формує вміння виявляти закономірності між числовими даними, що є ключовою складовою розвитку дослідницьких умінь. Водночас використання сюжетно організованого квесту трансформує абстрактну математичну константу на дієвий інструмент опису реального світу, підвищуючи пізнавальний інтерес і сприяючи глибшому засвоєнню математичних знань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Губар Д. Є. Створення і застосування інтерактивних онлайн тестів з дисципліни «Аналітична геометрія». *Гуманітарний вісник «Переяслав-Хмельницький державний пед. університет ім. Г. Сковороди»*. К. : Гнозис, 2012. Дод. 1 до вип. 27, том VII (40) : Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору. С. 598–606.

2. Кулішов В. В. Електронні навчальні квести: проектування та використання у навчальному процесі : навч.-метод. посібник. Біла Церква : БІНПО, 2024. 44 с. URL : https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2024/02/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D1%96%D1%88%D0%BE%D0%B2_%D0%95%D0%9D%D0%9A_%D0%9A%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82_2024.pdf

3. Critical Thinking as a Key to Solving Mathematical Problems: finding from the TIMSS Framework in Middle School: article / ResearchGate. 2024. URL : https://www.researchgate.net/publication/391785250_Critical_Thinking_as_a_Key_to_Solving_Mathematical_Problems_Findings_from_the_TIMSS_Framework_in_Middle_Schools

4. Fostering students' mathematical critical thinking skills on number patterns through digital book: article. *EURASIA Journal of Mathematics, Science of Technology Education*. 2023. URL : <https://www.ejmste.com/download/fostering-students-mathematical-critical-thinking-skills-on-number-patterns-through-digital-book-13342.pdf>

5. How Math Quest Programs a Love for Mathematics: blog post / 98percentile. 2023. URL : <https://www.98thpercentile.com/blog/how-math-quest-programs-inspire-a-love-for-mathematics>

Маргарита Борисенко,

*кандидат педагогічних наук, учитель вищої категорії,
Івано-Франківський ліцей безпекового спрямування
та національно-патріотичного виховання імені Андрія Приймаченка
МВС України
email: mabor610@gmail.com*

ЦИФРОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ: ПОТЕНЦІАЛ MICRO:BIT

Сучасна математична освіта орієнтована не лише на засвоєння теоретичних знань, а й на формування в учнів ключових компетентностей таких як критичне мислення, дослідницькі уміння та здатність застосовувати знання на практиці. Ефективним інструментом для реалізації цих завдань є використання мікроконтролера micro:bit на уроках математики.

Застосування онлайн платформи micro:bit дозволяє інтегрувати елементи програмування, моделювання та експериментальної діяльності у навчальний процес. Учні отримують можливість досліджувати математичні закономірності через практичну діяльність, що значно підвищує рівень їхньої мотивації та зацікавленості. Наприклад, використання світлодіодної матриці 5×5 дає змогу візуалізувати координатну площину, будувати графіки функцій або досліджувати симетрію.

Особливу роль micro:bit відіграє у формуванні дослідницьких умінь. Учні можуть висувати гіпотези, перевіряти їх за допомогою програмних експериментів, аналізувати отримані результати та робити висновки. Наприклад, під час вивчення функцій учні можуть створювати прості програми для відображення значень функції на світлодіодах, змінювати параметри та спостерігати, як це впливає на графік. Така діяльність сприяє глибшому розумінню властивостей функцій і розвитку аналітичного мислення.

Крім того, використання датчиків micro:bit (температури, освітленості, акселерометра) відкриває можливості для міжпредметної інтеграції математики з фізикою та інформатикою. Учні можуть збирати реальні дані, будувати таблиці, знаходити середні значення, досліджувати залежності та представляти результати у вигляді графіків. Це сприяє розвитку навичок опрацювання даних і проведення статистичного аналізу.

Важливою складовою є організація навчання через дослідницькі завдання. Наприклад, учням можна запропонувати проєкти, у яких вони самостійно

визначають проблему, планують експеримент, реалізують його за допомогою micro:bit та презентують результати. Такий підхід сприяє розвитку самостійності, відповідальності та вміння працювати в команді.

Отже, використання платформи micro:bit на уроках математики є одним з ефективним засобом формування дослідницьких умінь учнів. Це забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, сприяє розвитку інтересу до навчання та готує учнів до вирішення реальних задач у сучасному технологічному середовищі.

Денис Гайдук,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,*

Державний податковий університет

email: ldrakon4ikk1@gmail.com ;

Дар'я Терменжи,

*кандидат педагогічних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,*

Державний податковий університет

ПОВЕРХНІ ДРУГОГО ПОРЯДКУ В КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ: ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ

У сучасній STEM-освіті важливим є формування у студентів просторового мислення та здатності працювати з абстрактними математичними об'єктами. Традиційні методи навчання часто не забезпечують достатнього рівня наочності, що знижує ефективність засвоєння матеріалу. Використання цифрових інструментів дозволяє нам покращити візуалізацію математичних об'єктів, зробити навчання інтерактивним та підвищити мотивацію студентів.

Сучасна парадигма STEM-освіти передбачає інтеграцію природничих наук (Science), технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics) для вирішення комплексних практичних завдань [1]. Вона навчає через практику, експерименти та вирішення реальних завдань, розвиваючи критичне мислення, креативність та роботу в команді [3]. У контексті вищої математики однією з найбільш візуально орієнтованих і водночас складних для сприйняття тем є вивчення поверхонь другого порядку. Традиційні методи викладання, що базуються на статичних кресленнях на дошці або в підручнику, часто не дозволяють здобувачам повною мірою досягнути тривимірну природу даних об'єктів. Тому залучення цифрових інструментів для їх візуалізації стає не просто допоміжним засобом, а необхідною умовою формування дослідницьких умінь.

З аналітичної точки зору, поверхня другого порядку в тривимірному декартовому просторі визначається загальним рівнянням [2]:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2Dxy + 2Eyz + 2Fzx + 2Gx + 2Hy + 2Iz + J = 0 \quad (1)$$

Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів

Залежно від значень коефіцієнтів, це рівняння описує еліпсоїди, гіперболоїди (одно- та двопорожнинні), параболоїди (еліптичні та гіперболічні), конуси або циліндри. Зміна хоча б одного параметра призводить до трансформації форми, розміру або просторової орієнтації фігури [2]. Дослідження цих закономірностей "вручну" є надзвичайно трудомістким, тому на перший план виходить використання сучасних ІТ-рішень.

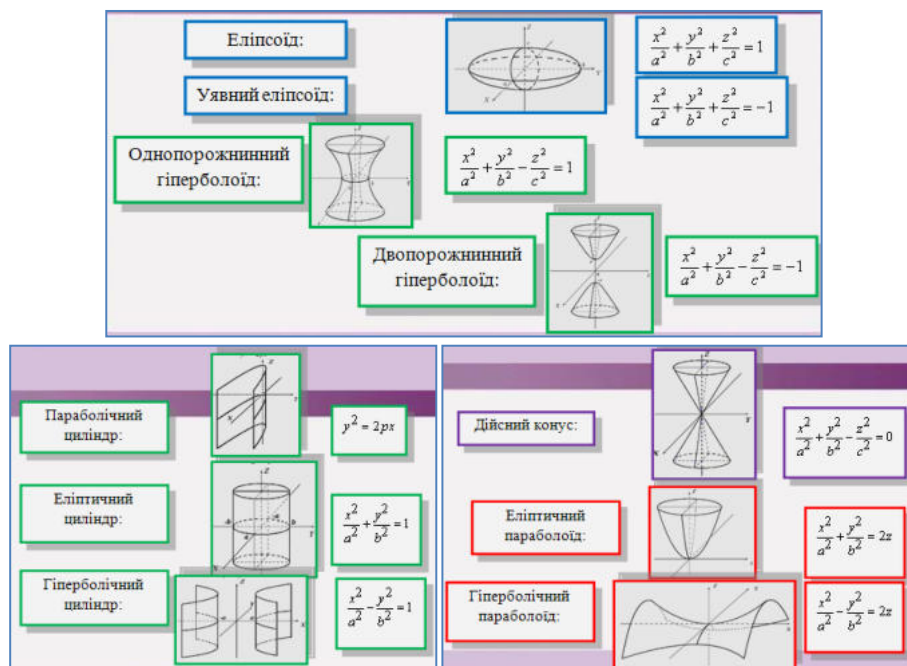


Рисунок 1 – Поверхні другого порядку [2]

Для створення інтерактивних моделей і глибокого аналізу просторових фігур доцільно застосовувати мови програмування та спеціалізовані бібліотеки. Для прикладу, використання мови Python разом із бібліотеками NumPy та Matplotlib (модуль mplot3d) дозволяє студентам не лише відтворювати готові поверхні, а й писати власні скрипти для їх параметричної генерації. Програмний підхід надає нам можливість досліджувати перерізи поверхонь площинами та аналізувати утворені криві (еліпси, параболи, гіперболи) шляхом зміни коду в режимі реального часу [4].

У випадках, коли вимагається висока продуктивність рендерингу для складних інженерних об'єктів, де поверхні другого порядку є базовими примітивами, ефективним є застосування мов C++ або C у поєднанні з графічним API OpenGL. Такий підхід не тільки закріплює математичні знання, а й розвиває навички об'єктно-орієнтованого програмування, що є яскравим прикладом міждисциплінарності STEM-освіти.

Крім того, застосування спеціалізованих математичних пакетів, таких як GeoGebra 3D Calculator або Wolfram Mathematica, надає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для швидкої візуалізації без глибоких знань синтаксису програмування.

**Таблиця 1 – Переваги різних цифрових інструментів
для візуалізації просторових фігур**

Інструмент	Основна перевага	Цільова аудиторія
Python (Matplotlib, NumPy)	Можливість алгоритмізації, параметризації та гнучкого налаштування моделей.	Студенти ІТ та інженерних спеціальностей
C++ / OpenGL	Висока продуктивність графічного рендерингу складних систем.	Дослідники комп'ютерної графіки та архітектури
GeoGebra 3D	Інтуїтивний інтерфейс, швидка побудова без написання коду.	Студенти всіх технічних та економічних напрямів

Джерело: складено автором самостійно.

Таким чином, вибір цифрового інструменту залежить від навчальної мети, рівня підготовки та поставлених дослідницьких завдань. Якщо для початкового етапу вивчення доцільно використовувати інтуїтивні середовища, що забезпечують швидку візуалізацію, то на більш просунутому рівні ефективним є залучення мов програмування, які дозволяють реалізувати глибший аналіз та моделювання. Поєднання різних інструментів у навчальному процесі створює умови для поступового переходу від наочно-інтуїтивного сприйняття до формалізованого математичного та алгоритмічного мислення.

Отже, використання цифрових інструментів для візуалізації поверхонь другого порядку докорінно змінює методологію їх вивчення в межах STEM-освіти. Перехід від пасивного споглядання до активного конструювання та моделювання за допомогою засобів програмування (Python, C++) і спеціалізованих математичних пакетів сприяє розвитку не лише просторової уяви, але й аналітичного та алгоритмічного мислення. Практична робота з програмним кодом та графічними API поглиблює розуміння абстрактних математичних концепцій та формує міждисциплінарні дослідницькі навички, що є ключовими компетенціями фахівця для вирішення сучасних технологічних та інженерних завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баришок М. В., Терменжи Д. Є. Розробка і упровадження відеоуроків з математики з елементами STEAM-освіти. *The 14st International scientific and practical conference «Innovation in Science and Technology»* (January 25–26, 2021). Primedia E-launch LLC, USA, Boston. 2021. С. 10–14.
2. Лосєва Н. М., Губар Д. Є. Аналітична геометрія в інтерактивній формі: практичний курс : навч. посіб. для студентів. К. : Кафедра, 2014. 236 с.

3. Що таке STEAM, STREAM та STEM-освіта? / LeoLAND : вебсайт. URL : <https://leoland.ua/blog/shho-take-steam--stream-ta-stem-osvita>

4. Raschka S. Scientific Computing in Python: Introduction to NumPy and Matplotlib / Sebastian Raschka. URL : <https://sebastianraschka.com/blog/2020/numpy-intro.html>

Олександр Горошко,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

email: ggmail@ndu.edu.ua

ORCID 0009-0003-6518-4832

ВІЗУАЛЬНІ ДОВЕДЕННЯ У ФОРМУВАННІ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

У підготовці майбутніх учителів математики наочність часто використовують як ілюстрацію до готового факту. Натомість візуальні доведення – це зображення, що дають змогу «побачити» істинність твердження без символічного запису [1] і водночас стають стартом для самостійного дослідження. У міжнародній дидактиці цей інструмент використовують як для ілюстрації, так і для розвитку дослідницького мислення. В Україні ж його потенціал у підготовці вчителів математики залишається майже не задіяним, візуалізація часто зводиться до супроводу готового результату, а не до засобу відкриття нового.

На відміну від традиційної наочності, візуальне доведення спонукає студента до самостійної роботи. Наприклад, діаграма в завданні задає логіку, яку треба реконструювати, висунути гіпотезу й обґрунтувати її. Як зазначає Р. Міллер [2], навіть статичне зображення містить – когнітивний імпульс, який дає змогу перейти від конкретного випадку до загального висновку. А. Аркаві підкреслює, що візуалізація в математиці – це повноцінний когнітивний процес, що дозволяє розпізнавати закономірності та формулювати припущення [3]. Отже, візуальні доведення формують ключові дослідницькі вміння, допомагають помічати закономірності, аргументувати їх та узагальнювати.

Розглянемо кілька типових прикладів.

Сума перших n непарних чисел (візуальне доведення складанням квадрата з «кутиків» (рис. 1) дозволяє студенту самостійно вивести формулу $1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1) = n^2$

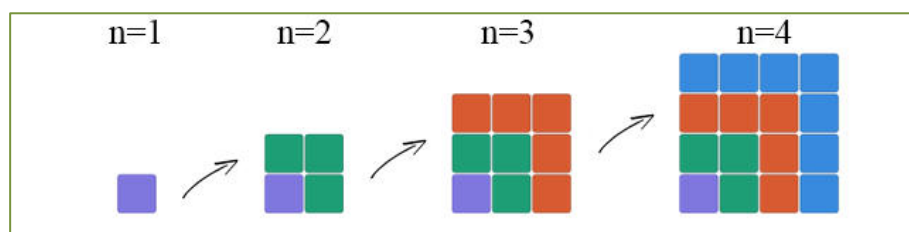


Рисунок 1 – Візуальне доведення суми перших n непарних чисел

Сума нескінченної геометричної прогресії ($1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots = 1$) ілюструється через послідовне ділення квадрата. Цей приклад готує до сприйняття поняття границі через візуальний досвід (рис. 2).

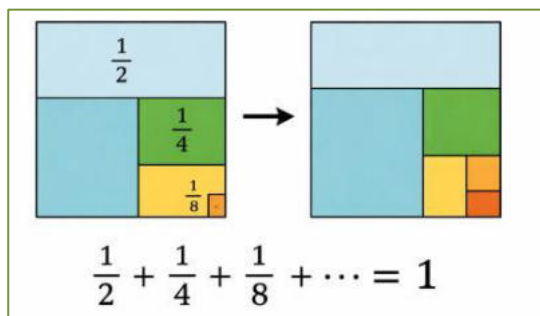


Рисунок 2 – Візуалізація суми нескінченної геометричної прогресії

Кожне з цих завдань активізує ланцюжок – спостереження, гіпотеза, перевірка та узагальнення. А. Віголайнен [4] обґрунтовує поділ математичної аргументації на формальну та неформальну, наголошуючи, що саме неформальні аргументи на основі візуальних репрезентацій є відправною точкою для нових ідей. Дослідження А. Крістіяджати та А. Віджаї [5] підтверджують, що використання візуальних доведень сприяє глибшому аналізу математичних об'єктів студентами.

Цифрові інструменти розширюють можливості класичних візуальних доведень. М. Векбеккер зі співавторами [6] показують, що зазначені доведення дозволяють змінювати параметри діаграми, наочно відділяючи випадкові властивості рисунка від істотних закономірностей. Це підсилює дослідницький потенціал і готує студентів до роботи з динамічними математичними середовищами.

У контексті компетентнісного підходу дослідницькі вміння – здатність бачити проблему, висувати та перевіряти гіпотези, узагальнювати на основі аналізу окремих прикладів – розглядаються як необхідний компонент підготовки вчителя математики [7]. Такі доведення органічно вписуються в цю модель, кожне з них є мікродослідженням, де студент отримує діаграму як «дані», виявляє закономірність і будує аргументацію.

Отже, візуальні доведення є дієвим, проте майже не використовуваним в українській методиці засобом формування дослідницьких умінь. Їхнє системне впровадження, зокрема в інтерактивному форматі, у фахові дисципліни підготовки вчителів математики дасть змогу поєднати наочність із розвитком навичок математичного дослідження. Це підтверджує доцільність розгляду візуальної субкомпетентності в межах інформаційної компетентності як інтегративної здатності вчителя застосовувати візуальні засоби та методи в професійній діяльності [8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Nelsen R. B. *Proofs Without Words: Exercises in Visual Thinking*. Washington, DC : Mathematical Association of America, 1993. 160 p.
2. Miller R. L. *On Proofs Without Words : Senior Project*. Walla Walla : Whitman College, 2012. 38 p. URL : <https://whitman.edu/mathematics/SeniorProjectArchive/2012/Miller.pdf> (дата звернення: 01.04.2026).
3. Arcavi A. The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 2003. Vol. 52. P. 215–241.
4. Viholainen A. The view of mathematics and argumentation. *Proceedings of CERME 7* (Rzeszów, Poland, February 9–13, 2011). Rzeszów, 2011. P. 239–248.
5. Kristiyajati A., Wijaya A. The effectiveness of visualization of proofs in learning mathematics by using discovery learning. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1320. P. 012098. DOI : <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012098>
6. Weckbecker M., Neziri S., Hattab G. Supporting mathematical education with interactive visual proofs. *2023 IEEE Workshop on Visualization for Social Good (VIS4Good)*. Melbourne, 2023. P. 21–25. DOI : <https://doi.org/10.1109/VIS4Good60218.2023.00011>
7. Компетентнісно орієнтована методика навчання математики в основній школі : метод. посіб. / О. І. Глобін, М. І. Бурда, Д. В. Васильєва та ін. Київ : Педагогічна думка, 2015. 245 с.
8. Лосєва Н. М., Горошко О. Л. Педагогічна діяльність викладачів університетів у контексті формування та оцінювання візуальної субкомпетентності майбутніх учителів математики. *Наукові записки. Серія «Психолого-педагогічні науки»* / Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. 2025. № 1. С. 178–187. DOI : <https://doi.org/10.31654/2663-4902-2025-PP-1-178-187>

Марина Кітченко,

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти,
факультет фінансів та цифрових технологій
email: kitchenko_m@ukr.net ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ПОНЯТЬ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

У сучасних умовах розвитку освіти суттєво зростає значення математики як універсального засобу пізнання, аналізу та опису явищ, що відбуваються в різних сферах людської діяльності. Це створює сприятливі умови не лише для оновлення змісту навчання, а й для активної реалізації міжпредметних зв'язків у процесі формування математичних понять [1]. Більшість дослідників і педагогів наголошують, що саме через інтеграцію знань забезпечується більш глибоке розуміння навчального матеріалу, формується цілісний науковий світогляд і розвивається здатність учнів встановлювати взаємозв'язки між різними явищами [2; 3].

Міжпредметні зв'язки виступають важливим дидактичним засобом формування математичних понять, оскільки дозволяють розглядати їх не ізольовано, а в контексті реальних процесів і явищ [1; 2]. Такий підхід сприяє розвитку узагальненого мислення, формуванню логічних зв'язків між знаннями та підвищенню ефективності засвоєння матеріалу. Водночас у шкільній практиці реалізація міжпредметних зв'язків під час формування математичних понять часто залишається недостатньою. Це пояснюється необхідністю поєднання предметних і міждисциплінарних знань, а також потребою в належній методичній підготовці вчителя [4].

Навчання математики в основній школі має передбачати не лише засвоєння теоретичних знань, а й свідоме формування математичних понять через їх практичне застосування. Особливу роль відіграє поєднання математики з предметами природничого циклу, що сприяє глибшому усвідомленню учнями. Такий підхід допомагає учням краще зрозуміти значення математичних знань в пізнанні світу та розкриває зміст математичних понять через конкретні приклади.

Одним із дієвих методів навчання є використання прикладних задач. Вони дають можливість учням побачити, як абстрактні математичні концепції працюють у реальних умовах, і допомагають учням перейти від простого запам'ятовування до свідомого використання знань.

У курсі математики для 7–9 класів передбачено велику кількість тем, в яких доцільно реалізовувати міжпредметні зв'язки через практичні завдання. Зокрема, під час опрацювання теми відсотків, поняття відсотка може формуватися на основі економічних або побутових ситуацій. Аналіз функцій дозволяє вивчати залежності та змінні, а системи рівнянь доцільно поєднувати із завданнями на рух, суміші чи спільну роботу. Формування понять з ймовірності та статистики ефективно відбувається через аналіз випадкових подій, обробку даних і оцінку ризиків у реальному житті.

Завдання повинні відповідати віковим особливостям учнів та рівню їх підготовки, мати практичну спрямованість, викликати інтерес і активізувати пізнавальну діяльність. Особливу увагу варто приділяти тому, щоб учні не лише виконували обчислення, а й усвідомлювали сутність математичних понять і могли пояснити отримані результати.

Розв'язування прикладних задач у контексті реалізації міжпредметних зв'язків доцільно розглядати як поетапний процес формування математичних понять [3; 5]. На першому етапі учні аналізують умову задачі та виокремлюють основні величини і залежності, що сприяє усвідомленню змісту математичних понять. На другому етапі здійснюється побудова та розв'язування математичної моделі, що дозволяє закріпити відповідні знання та вміння. На завершальному етапі відбувається інтерпретація результатів, під час якої учні встановлюють зв'язок між отриманими результатами та реальною ситуацією, що забезпечує глибше розуміння сутності математичних понять [2; 3].

Важливо підкреслити, що в умовах реалізації міжпредметних зв'язків учитель виступає передусім як організатор навчальної діяльності, який спрямовує учнів на самостійне використання знань із різних дисциплін [4]. Такий підхід сприяє формуванню в учнів умінь встановлювати міжпредметні зв'язки, узагальнювати знання та застосовувати їх у різних ситуаціях [1; 2].

Розглянемо приклад задачі, яка демонструє реалізацію міжпредметних зв'язків у процесі формування математичних понять та їх зв'язок із фізикою.

Задача. Автомобіль рухався першу частину шляху зі швидкістю 60 км/год, а другу – 80 км/год. Увесь шлях становить 280 км, а загальний час руху – 4 години. Скільки часу автомобіль рухався з кожною швидкістю?

Розв'язання:

Нехай:

— x - час руху зі швидкістю 60 км/год

— y - час руху зі швидкістю 80 км/год

Складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 4, \\ 60x + 80y = 280 \end{cases}$$

Розв'язуємо:

$$y = 4 - x$$

Підставляємо:

$$60x + 80(4 - x) = 280$$

$$60x + 320 - 80x = 280$$

$$-20x = -40$$

$$x = 2, y = 2$$

Відповідь: по 2 години на кожній ділянці.

Отже, реалізація міжпредметних зв'язків у навчанні математики є ключовою умовою підвищення якості освітнього процесу та формування в учнів цілісного наукового світогляду. Впровадження таких зв'язків сприяє не тільки поглибленому освоєнню теоретичних знань, а й розвитку логічного та критичного мислення, пізнавальної активності, а також умінь використовувати отримані знання на практиці.

Одним із найбільш ефективних засобів реалізації міжпредметних зв'язків є використання прикладних задач, які дозволяють інтегрувати математичні поняття з реальними життєвими ситуаціями та змістом інших навчальних дисциплін. Такі задачі підвищують мотивацію учнів до навчання, формують інтерес до предмета, стимулюють розвиток аналітичних навичок та вміння інтерпретувати отримані результати в контексті реальної діяльності.

Велике значення має методично обґрунтований підбір прикладних завдань та організація роботи з ними. Важливо, щоб процес розв'язування задач передбачав поетапне формування в учнів умінь моделювати ситуацію, знаходити математичне рішення та пояснювати його зміст у реальних умовах. У цьому контексті роль учителя полягає не стільки в передачі готових знань, скільки у створенні умов для самостійної пізнавальної діяльності учнів та стимулюванні застосування знань із суміжних дисциплін.

Таким чином, систематичне та цілеспрямоване використання міжпредметних зв'язків у навчанні математики сприяє формуванню у учнів здатності до комплексного мислення, усвідомленого використання знань у практичних ситуаціях та розвитку вмінь, необхідних для успішної адаптації у сучасному освітньому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бевз В. Міжпредметні зв'язки як необхідний елемент предметної системи навчання. *Математика в школі*. 2003. С. 6–11.
2. Корінь Г. Прикладні задачі як засіб реалізації міжпредметних зв'язків. *Математика в школі*. 2004. № 9–10. С. 29–37.
3. Каланчук К. В. Реалізація міжпредметних зв'язків на уроках математики через розв'язування прикладних задач. *Актуальні питання природничо-математичної освіти* : збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. Суми : ВВП «Мрія», 2013. № 1. С. 20–24. URL : <https://repository.sspu.edu.ua/handle/123456789/1280> (дата звернення: 25.03.2026).
4. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / Міністерство освіти і науки України. 2016. 40 с. URL : <https://mon.gov.ua/staticobjects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 25.03.2026).
5. Семко М. М., Ярова О. А., Скасків Л. В. Основні поняття сучасної алгебри / Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. С. 128. (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).

Валентина Копиця,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти;

Лілія Скасків,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: liliaskaskiv@gmail.com

КЕЙС-МЕТОД ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ СТЕРЕОМЕТРІЇ

Сучасна математична освіта в Україні перебуває на етапі трансформації, де ключовим акцентом є формування ключових компетентностей. Стереометрія, як розділ геометрії, що вивчає фігури у просторі, традиційно вважається одним із найскладніших предметів для учнів 10–11 класів. Основна проблема полягає у високому рівні абстракції та труднощах із просторовою уявою. Учні часто не розуміють, навіщо їм знати властивості паралелепіпеда чи об'єм зрізаного конуса, якщо вони не планують ставати науковцями.

Кейс-метод (case study) виступає ефективним містком між абстрактною теорією та практичною діяльністю. Він дозволяє реалізувати прикладну спрямованість навчання, перетворюючи пасивне зазубрювання формул на активний пошук інженерних чи дизайнерських рішень.

Методична суть кейс-методу полягає у використанні описів реальних економічних, соціальних або бізнес-ситуацій для системного аналізу та розв'язання. У контексті стереометрії «кейс» – це комплексна задача, що базується на реальному об'єкті або процесі.

На відміну від стандартної задачі підручника, де чітко вказано умови (Дано: $R = 5$, $H = 10$) і запитання (Знайти: V), кейс має такі особливості:

1. Невизначеність: учень самостійно має вирішити, які параметри об'єкта йому потрібні (наприклад, заміряти радіус реального предмета або знайти його в довіднику).

2. Контекст: задача завжди прив'язана до професії (архітектор, логіст, кондитер, агроном).

3. Багатоваріантність: часто кейс не має одного «правильного» числа у відповіді, а оцінюється за оптимальністю запропонованого рішення [1].

Для того, щоб кейс-метод був ефективним, вчителю варто дотримуватися певної структури при його підготовці:

- Етап 1. Створення сюжетної лінії.
- Етап 2. Формування «Інформаційного пакету».
- Етап 3. Робота в малих групах.
- Етап 4. Презентація та дискусія.

При впровадженні кейс-методу вчитель може зіткнутися з певними труднощами:

- ✓ Часовий ресурс. Розв'язання одного кейсу може зайняти цілий урок або навіть два. Рекомендується використовувати кейси на уроках узагальнення знань або як проєктну роботу.
- ✓ Оцінювання. Оцінювати потрібно не лише фінальну цифру, а й логіку вибору моделі, точність вимірювань та якість презентації.
- ✓ Підготовка матеріалів. Вчителю потрібно витратити час на пошук реальних даних. Проте, одного разу створений якісний кейс можна використовувати роками, лише оновлюючи ціни чи контекст [2].

Для полегшення роботи рекомендується використовувати цифрові додатки. Наприклад, у GeoGebra 3D учні можуть спочатку змодельовати об'єкт з кейсу, перевірити його параметри, а потім переходити до розрахунків у зошитах [3].

Кейс-метод є одним із найпотужніших інструментів реалізації прикладної спрямованості стереометрії. Він дозволяє:

1. Подолати психологічний бар'єр перед складними просторовими фігурами.
2. Розвинути soft skills: командну роботу, критичне мислення, вміння приймати рішення в умовах обмежених ресурсів.
3. Профорієнтувати учнів: показати зв'язок геометрії з архітектурою, логістикою, дизайном та інженерією.

Застосування реальних життєвих ситуацій на уроках математики перетворює навчальний процес на захопливе дослідження, де кожна теорема - це не просто рядок у підручнику, а реальний ключ до вирішення практичної проблеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Істер О. С. Нова українська школа: методичні рекомендації щодо викладання математики в 10–11 класах (рівень стандарту). Київ : Генеза, 2021. 128 с.
2. Швець В. О., Прус А. В. Прикладна спрямованість шкільного курсу стереометрії в умовах профільного навчання. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 3 (17). С. 112–117.

3. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи до формування STEM-середовища закладу освіти. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2017. № 2. С. 138–145.

Богдан Костриця,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра публічних фінансів
email: bogdangonzalezxxx@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoo@ukr.net*

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Використання цифрових технологій у світовій освітній системі спричинило виникнення нових підходів, форм і засобів організації навчального процесу, зокрема електронного та мобільного навчання, застосування хмарних технологій в освіті, використання масових відкритих онлайн-курсів тощо. Водночас значно поширилося застосування систем управління навчанням LMS і систем управління навчальним контентом LCMS, які передбачають автоматизовані інструменти оцінювання ефективності, навчання та професійного розвитку [1].

У зв'язку зі швидким поширенням процесів цифровізації в освіті модернізація навчання фундаментальної математики в умовах цифрової трансформації, на нашу думку, є неминучою. Разом із тим сучасний етап цифрових змін в освітній сфері все ще перебуває на початковому рівні розвитку та супроводжується рядом складнощів, зокрема щодо стратегічного проєктування та практичної реалізації відповідних рішень [2]. У цьому контексті відбувається поступова зміна підходів до викладання фундаментальної математики – від домінування викладацько-орієнтованої моделі до моделі, зосередженої на активній навчальній діяльності студентів – до переходу на цифровізоване онлайн-навчання з мінімальною участю викладів.

На рис. 1 наведено характеристику ключових слів, які пов'язані саме з проблемою розвитку фундаментальної математики в контексті стрімкого розвитку цифровізації.

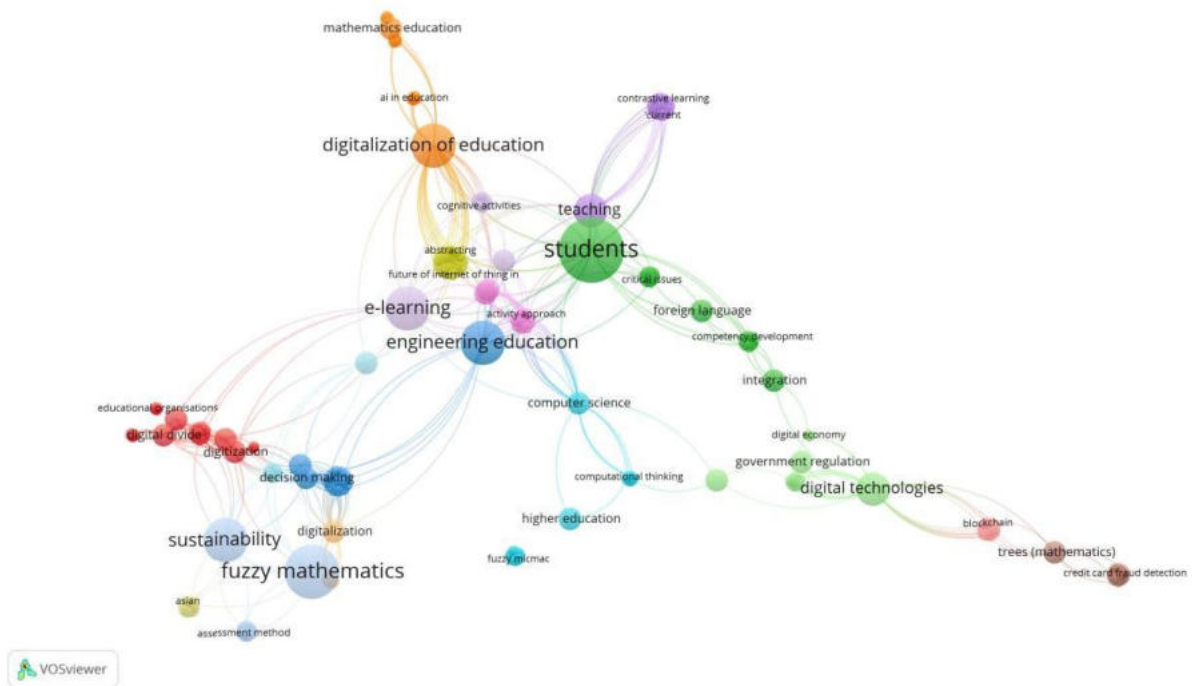


Рисунок 1 – Бібліографічний аналіз ключових слів на тему проблем розвитку фундаментальної математики в умовах цифровізації

Джерело: [3].

Отже, аналізуючи дані рис. 1, слід відзначити, що ключовою проблемою на думку науковців являється цифровізація та онлайн навчання, які роблять викладання фундаментальної математики хаотичним та незрозумілим для здобувачів, що власне впливає на засвоєння ними матеріалу.

Незважаючи на стрімкі процеси цифрової трансформації, формування обчислювальних умінь і навичок залишається важливою складовою математичної освіти. Базові математичні вміння, зокрема виконання диференціювання, інтегрування та алгебраїчних перетворень, виконують роль необхідного інтелектуального тренування. Саме вони сприяють розвитку математичної інтуїції, без якої неможливе глибоке усвідомлення змісту математичних дій [4]. Такий практичний досвід забезпечує стійкий зв'язок між абстрактними теоретичними положеннями та їх практичним застосуванням, чого неможливо досягти лише шляхом спостереження за роботою обчислювальних програм.

Водночас у сучасних умовах освітня парадигма поступово відходить від уявлення про виключну значущість обчислювальної складової. Професійна цінність сучасного фахівця визначається не лише здатністю виконувати обчислення, а передусім умінням критично аналізувати отримані результати, обирати доцільні математичні методи та правильно інтерпретувати дані відповідно до умов конкретної задачі. Таким чином, обчислювальні навички не зникають з

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

освітнього процесу, проте перестають бути самоціллю і перетворюються на інструмент для досягнення головної мети – розвитку структурного мислення та здатності до математичного аналізу і рефлексії.

Активне впровадження систем комп'ютерної алгебри, таких як Maple, Mathematica, SageMath, потужних онлайн-калькуляторів, зокрема WolframAlpha і Symbolab, а також чат-ботів зі штучним інтелектом, наприклад ChatGPT і Gemini, суттєво змінює сучасні підходи до використання математичних методів. Сьогодні інженер, економіст або науковець може за лічені секунди отримати аналітичний розв'язок складної задачі або побудувати візуалізацію багатовимірних залежностей. У таких умовах традиційна мета «навчити виконувати обчислення» поступово втрачає свою актуальність [5]. Натомість освітній процес переорієнтовується на формування двох ключових метакомпетентностей – здатності критично оцінювати результати, отримані за допомогою автоматизованих інструментів, і вміння свідомо обирати відповідний математичний апарат для розв'язання професійних завдань.

Особливої актуальності зазначена проблема набуває у зв'язку з використанням генеративного штучного інтелекту. Наприклад, коли студент застосовує мовні моделі для створення програмного коду, саме фундаментальні знання з дискретної математики та математичної логіки дають змогу здійснити змістовну перевірку отриманого результату. У цьому випадку йдеться не лише про перевірку синтаксичної правильності, а насамперед про аналіз логічної коректності алгоритму, його відповідності поставленій задачі та оцінювання обчислювальної складності – завдання, які неможливо виконати без ґрунтовної теоретичної підготовки [6].

В табл. 1 наведено характеристику ключових проблем розвитку фундаментальної математики в умовах цифровізації.

Таблиця 1 – Характеристика основних проблем розвитку фундаментальної математики в умовах використання цифрових технологій в навчальному процесі

Проблема	Характеристика
Зниження ролі традиційних обчислювальних навичок	Активне використання цифрових інструментів (онлайн-калькуляторів, систем комп'ютерної алгебри) зменшує необхідність виконання обчислень вручну, що може призводити до поверхневого розуміння математичних процесів
Формальне використання автоматизованих засобів	Студенти часто застосовують цифрові сервіси для отримання готових результатів без усвідомлення математичної сутності розв'язання, що знижує якість засвоєння знань

Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів

Недостатній розвиток математичної інтуїції	Відсутність практичного виконання базових операцій (диференціювання, інтегрування, алгебраїчних перетворень) обмежує формування внутрішнього розуміння математичних закономірностей
Складність критичної оцінки результатів автоматизованих обчислень	Використання цифрових інструментів вимагає від здобувачів освіти вміння перевіряти правильність отриманих результатів та оцінювати їх відповідність поставленій задачі
Необхідність свідомого вибору математичних методів	Велика кількість доступних цифрових інструментів не потребує від студентів здатності правильно обирати адекватний математичний апарат для розв'язання професійних задач
Виклики використання генеративного штучного інтелекту	Застосування мовних моделей для створення програмного коду або розв'язування задач не потребує глибоких знань дискретної математики та логіки для перевірки коректності алгоритмів
Зменшення зв'язку між теорією та практикою	Використання готових цифрових розв'язків без детального аналізу може послаблювати розуміння зв'язку між математичною теорією та її практичним застосуванням

Джерело: [6–9].

Цифрова трансформація освіти суттєво впливає на розвиток фундаментальної математичної підготовки, змінюючи підходи до навчання, зміст освітнього процесу та роль математичних знань у професійній діяльності. Широке впровадження цифрових технологій, систем комп'ютерної алгебри та інструментів штучного інтелекту значно розширює можливості розв'язування складних задач, проте одночасно висуває нові вимоги до рівня математичної підготовки здобувачів освіти. У сучасних умовах обчислювальні навички не втрачають своєї актуальності, однак їх значення трансформується: вони виступають не кінцевою метою навчання, а засобом розвитку математичного мислення, інтуїції та здатності до глибокого аналізу.

Водночас варто наголосити, що формування інструментальних умінь, таких як виконання диференціювання, інтегрування та алгебраїчних перетворень, не втрачає своєї значущості, однак їхнє призначення суттєво змінюється. Дані навички важливі не самі по собі, а як засіб розвитку мислення, необхідний для формування математичної інтуїції та глибокого розуміння математичних процесів. Саме такий фундамент забезпечує можливість здійснювати критичний аналіз результатів, без якого ефективне використання сучасних цифрових технологій стає неможливим.

В підсумку слід відзначити, що ефективний розвиток фундаментальної математичної освіти в умовах цифрової трансформації передбачає не протиставлення сучасних цифрових технологій традиційним підходам, а їх раціональне та педагогічно обґрунтоване впровадження в освітній процес. Саме інтеграція цифрових інструментів у навчання, а не їх ігнорування заради збереження

усталених методів, виступає одним із ключових засобів забезпечення фундаментальності математичної підготовки. Такий підхід сприятиме поєднанню класичних математичних знань із можливостями сучасних технологій і створить умови для формування глибокого розуміння математичних основ у новому цифровому освітньому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спірін О. М. Цифровізація освіти, освітнього процесу. Енциклопедія освіти. 2-ге вид., допов. та перероб. / Нац. акад. пед. наук України. Київ : Юрінком Інтер, 2021. С. 1099–1100.
2. Li H., Wang G., Lu M. Exploring the Path of Educational Digital Transformation and Shanghai Practice. *Journal of East China Normal University (Education Science Edition)*. 2023. 41 (03): P. 110–120.
3. Scopus. 2026. Статті на тему проблем розвитку фундаментальної математики в умовах цифровізації. URL : <https://clipr.cc/CK7tW> (дата звернення: 08.04.2026).
4. Aquino, E. T. M. (2024). Analysis of the alignment of curriculum, instruction, and assessment in higher education mathematics. *American Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*. URL : <https://doi.org/10.54536/ajmri.v3i5.3376> (дата звернення: 09.04.2026).
5. Clark-Wilson, A. (2024). (Re)Assessing Mathematics Education in the Digital Age. *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*. URL : https://doi.org/10.1142/9789811287183_0010 (дата звернення: 09.04.2026).
6. Fitrah, M., Setiawan, C., Widiastuti, Y., & Marinding, H. (2024). Evaluation of digital technology management in mathematics learning. *Nordic Journal of Comparative and International Education*, 14 (1), 45–62. URL : <https://doi.org/10.7577/njcie.5926> (дата звернення: 09.04.2026).
7. Gamit, A. M. (2023). Embracing digital technologies into mathematics education. *Journal of Curriculum and Teaching*, 12 (1), 283–298. URL : <https://doi.org/10.5430/jct.v12n1p283> (дата звернення: 09.04.2026).
8. Mustafa, A. N. (2024). The future of mathematics education: Adaptive learning technologies and artificial intelligence. *International Journal of Science and Research Archive*. URL : <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.1.1134> (дата звернення: 09.04.2026).
9. Saat, N. A., Alias, A. F., & Saat, M. Z. (2024). Digital technology approach in mathematics education: A systematic review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. URL : <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i4/22956> (дата звернення: 09.04.2026).

Макарій Кривчук,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
ННІ природничо-математичних, медико-біологічних наук
та інформаційних технологій,
email: k77743123@gmail.com ;*

Володимир Пузирьов,

*доктор фізико-математичних наук, професор,
кафедра інформаційних технологій,
фізико-математичних та економічних наук,
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя*

ВИХОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАТЕМАТИКИ В ЕКОНОМІЧНІЙ ОСВІТІ ШКОЛЯРІВ

Виховний потенціал математики в економічній освіті школярів полягає у формуванні відповідального економічного мислення, розвитку критичного аналізу та здатності приймати обґрунтовані фінансові рішення на основі математичних знань. Актуальність теми пов'язана з складним станом математичної та фінансової грамотності українських школярів. За матеріалами міжнародного дослідження PISA-2022 середній бал українських 15-річних учнів з математичної грамотності становить лише 441 (середній показник країн ОЕСР – 472), а базового рівня (рівень 2) досягли лише 58 % учнів проти 69 % в середньому по ОЕСР [2]. Це вказує на відчутні освітні втрати особливо в практичному використанні математики до реальних економічних ситуацій.

Починаючи з 2025–2026 навчального року, Міністерство освіти і науки України впроваджує обов'язковий навчальний предмет «Підприємництво і фінансова грамотність» для учнів 8-х класів (з подальшим розширенням на 9-ті класи з 2026–2027 навчального року). Модельну програму та навчально-методичні матеріали розроблено Національним банком України, який акцентує на доцільності міжпредметної інтеграції з математикою як ключового чинника формування підприємливості та фінансової – однієї з пріоритетних компетентностей Нової української школи [6].

Поділяємо наукову позицію дослідників, відповідно до якої математика як навчальна дисципліна характеризується значним виховним потенціалом [7; 8], який ефективно реалізується у процесі розв'язування задач економічного змісту; така діяльність сприяє цілеспрямованому формуванню бережливості, відповідальності, розвитку критичного мислення та здатності до прийняття

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

обґрунтованих фінансових рішень, що є необхідними особистісними якостями в умовах функціонування ринкової економіки та цифровізації сучасного суспільства [9].

Як підкреслюють педагоги у своїй роботі «Міждисциплінарний контекст математичної освіти», математика надає інструментарій [1] (зокрема, відсотки, складні відсотки, пропорції, елементи теорії ймовірностей, функції, правило 72, системи рівнянь), тоді як економіка забезпечує автентичний контекст їх практичного застосування (бюджетування, кредитування, інвестування, оцінювання ризиків); такий інтегративний підхід відповідає наскрізній змістовій лінії «Підприємливість та фінансова грамотність» Державного стандарту базової середньої освіти та посилює виховний потенціал математичних дисциплін, сприяючи розвитку не лише когнітивної, а й емоційно-вольової сфери особистості (зокрема, наполегливості, відповідальності та критичного мислення) [10].

Найбільш ефективними у реалізації виховного потенціалу математики є евристичні та інтерактивні методи навчання. Евристичні підходи (зокрема проблемне навчання та кейс-технології) створюють умови для самостійного моделювання учнями економічних ситуацій, таких як обчислення еластичності попиту, порівняння інвестицій за правилом 72 або оцінювання ризиків із використанням імовірнісних моделей. Застосування цих методів сприяє розвитку критичного мислення, формуванню відповідального ставлення до прийняття рішень і трансформує абстрактні математичні знання в інструмент реального економічного вибору [10]. Водночас інтерактивні методи (дидактичні ігри, проєктна діяльність, емоційно насичені навчальні завдання) забезпечують позитивний емоційний фон навчання та сприяють розвитку бережливості й підприємливості, такі приклади наведено у посібнику [4].

Доцільним є поєднання математичних дисциплін із новим навчальним предметом «Підприємництво і фінансова грамотність» саме на основі евристичних та інтерактивних підходів, коли такі поняття, як відсотки, пропорції та функції, опановуються не ізольовано, а в контексті прийняття фінансових рішень. Такий підхід узгоджується з концепцією компетентнісного навчання Нової української школи та посилює аксіологічну функцію математичної освіти [3; 5].

Теоретичний аналіз свідчить, що такі методи посилюють мотивацію та створюють міцні ціннісні орієнтації: учні не тільки засвоюють математичні інструменти, а й усвідомлюють їх значення у життєвому успіху. Результати досліджень доводять, що синтез математики з економікою через евристичні методи забезпечує зростання практичних навичок на 20–30 % і створює сприятливі

економічні установки особистості [11]. Тим самим, математика втілює свій виховний потенціал як механізм економічного виховання, удосконалюючи не лише знання, а й моральні та вольові риси школярів. Введення обов'язкового предмета «Підприємництво і фінансова грамотність» з 2025 року забезпечує ідеальні умови для такої інтеграції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Losyeva N., Puzyrov V. Міждисциплінарний контекст математичної освіти. The 9th International scientific and practical conference. *Modern problems of science, education and society* (November 6–8, 2023) SPC.Sci-conf.com.ua. Kyiv, Ukraine, 2023. С. 529–535.
2. PISA-2022: короткий огляд усіх основних результатів. Нова українська школа, 2023. URL : <https://nus.org.ua/2023/12/05/pisa-2022-korotkyj-oglyad-usih-osnovnyh-rezultativ/> (дата звернення: 23.03.2026).
3. Кононенко Т. В. Формування економічних знань школярів на уроках математики. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2017. № 1. С. 35–42.
4. Лосєва Н. М., Непомняща Т. В., Панова А. Ю. Інтерактивні технології навчання математики : навчально-методичний посібник для студентів. К. : Кафедра, 2012. 228 с.
5. Національна стратегія розвитку фінансової грамотності до 2030 року / Національний банк України. 2023. URL : <https://talan.bank.gov.ua/uploads/files/nbu-strategy-fingramotnosti-2030-compressed.pdf> (дата звернення: 23.03.2026).
6. Підприємництво і фінансова грамотність у школі / Національний банк України. 2026. URL : <https://promo.bank.gov.ua/finlit/> (дата звернення: 23.03.2026).
7. Пузирьов В. Є. Виховання патріотизму майбутніх фахівців на заняттях з вищої математики. *Проблеми освіти* : наук.-метод. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. Київ, 2015. № 85. С. 166–169.
8. Пузирьов В. Є. Професійна спрямованість курсу вищої математики як засіб підвищення якості вищої освіти. *Вісник Черкаського університету: Пед. науки*. 2015. Вип. 26 (359). С. 3–8.
9. Пузирьов В. Є. Новації у викладанні вищої математики: застосування інформаційно-комунікаційних технологій. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. К. : Гнозис, 2015. Додаток 1 до № 36, том IV (64). С. 414–421.

10. Ткач О. Фінансова грамотність і підприємливість у контексті навчання математики учнів старшої профільної школи. *Нові етапи розвитку науки в Україні та ЄС*. 2025. URL : <https://new.ejournal.cdu.edu.ua/pedagogics/article/view/133> (дата звернення: 23.03.2026).

11. Школьний О. В. Методичні особливості вивчення основ фінансової грамотності в курсі математики 8 класу НУШ. *Фізико-математична освіта*. 2025. URL : <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/464> (дата звернення: 23.03.2026).

Анастасія Купріянова,

*здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра обліку та аудиту
email: nastakuprianova24@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoo@ukr.net*

ФОРМУВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ЧЕРЕЗ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВІДКРИТИХ ЗАДАЧ

Критичне мислення у сучасній педагогічній науці розглядається як одна з провідних компетентностей, необхідних для успішної особистості в інформаційному суспільстві. Під критичним мисленням має сенс розуміти вміння людини свідомо аналізувати інформацію, оцінювати її правдивість, помічати причинно-наслідкові зв'язки, висловлювати підкріплені аргументами думки та робити обдумані висновки. Воно передбачає не лише засвоєння знань, а й уміння їх осмислювати, інтерпретувати та застосовувати у нових ситуаціях, що робить цей тип мислення основою інтелектуальної самостійності.

Критичне мислення має багато компонентів, і тому в структурі критичного мислення є низка взаємопов'язаних елементів. Основними елементами є аналітичний (аналіз та організація інформації), оціночний (оцінка достовірності та важливості даних), рефлексивний (усвідомлення власного процесу мислення) та творчий (формування нових концепцій та стратегій). У педагогічній сфері можна виділити кілька рівнів розвитку критичного мислення; на найнижчому (відтворювальному) рівні критичне мислення є виключно відтворенням знань, тоді як вищий (виробничий або творчий) рівень критичного мислення передбачає здатність самостійно аналізувати, синтезувати та оцінювати інформацію [1; 2].

Створення належної психологічної та педагогічної бази є важливим для розвитку здібностей до критичного мислення. Система освіти повинна бути структурована на основі принципів діалогічних стосунків, вирішення проблем та активної когнітивної участі учнів у навчальному процесі. Вчителі повинні використовувати навчальні стратегії, що сприяють розвитку навичок самостійного мислення учнів та вселяють впевненість учням, одночасно розвиваючи

їхню мотивацію до навчання, а також навички саморефлексії. Критичне мислення є вирішальним компонентом освітнього процесу.

Критичне мислення розвивається протягом навчання, як і здатність самостійно знаходити рішення, що є життєво важливими аспектами навчання протягом усього життя. Воно також вважається однією з найважливіших навичок у підготовці до прийняття обґрунтованих рішень та виявлення маніпулятивних ситуацій у суспільстві. Важливо пам'ятати, що критичне мислення є невід'ємним компонентом академічного зростання, а також навичкою, що вказує на рівень інтелекту в нашому суспільстві [2].

Відкриті задачі слугують одним з основних засобів сучасної освіти для розвитку креативності, критичного мислення та самостійності учнів. Завдання характеризуються кількома методами підходу та не мають конкретної правильної відповіді. Тому вони не відповідають певному заздалегідь визначеному алгоритму. Для виконання завдань слід провести критичний аналіз різних альтернативних підходів разом з обґрунтуванням унікальної оцінки чи точки зору людини. Завдання розроблені таким чином, щоб процес мислення, який використовується для їх виконання, був таким же важливим, як і кінцевий результат.

Завдання відкритого типу можна класифікувати за ступенем складності (творчі, дослідницькі), характером завдання (аналітичні, проектні або дискусійні) та формою роботи (індивідуальна або групова робота). Вони також можуть одночасно перетинатися з кількома предметними областями, що вимагатиме від учнів та вчителів використання знань з кількох дисциплін. Однією з переваг завдань відкритого типу є те, що вони допомагають розвивати критичне мислення, міркування та аналіз різних точок зору; крім того, завдання відкритого типу допомагають учням розвивати хороші комунікативні навички, а також загальне сприйняття навчання. На відміну від традиційних (закритих) задач, які мають одну правильну відповідь, відкриті задачі дозволяють учням мислити ширше, знаходити альтернативні рішення та глибше розуміти навчальний матеріал. Вони спрямовані не лише на перевірку знань, а на формування компетентностей і розвиток аналітичних здібностей [1].

Використання відкритих задач у навчальному процесі відіграє ключову роль у розвитку критичного мислення, оскільки вони створюють умови для активної інтелектуальної діяльності учнів та стимулюють їх до самостійного пошуку рішень. На відміну від стандартних завдань, відкриті задачі орієнтовані не лише на отримання результату, а й на осмислення процесу мислення, що сприяє глибшому розумінню навчального матеріалу.

Одним із основних механізмів впливу відкритих задач є розвиток аналітичного та творчого мислення. У процесі їх розв'язування учні змушені аналізувати умови задачі, виділяти суттєві ознаки, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та пропонувати власні підходи до вирішення проблеми. Водночас відсутність єдиного правильного розв'язку стимулює творчість, оскільки кожен учень може запропонувати оригінальне бачення та нестандартне рішення [2].

Важливим аспектом є формування навичок аргументації та оцінювання інформації. Відкриті задачі вимагають від учнів не лише сформулювати відповідь, а й обґрунтувати її, спираючись на логічні доводи, факти та власний досвід. У процесі обговорення різних варіантів розв'язків формується здатність критично оцінювати інформацію, порівнювати альтернативні підходи та робити обґрунтовані висновки.

Крім того, відкриті задачі сприяють розвитку здатності приймати рішення в умовах невизначеності. Оскільки такі завдання не мають чітко заданого алгоритму, учні навчаються діяти в ситуаціях, де необхідно самостійно визначати шлях досягнення результату, оцінювати можливі ризики та обирати найбільш доцільний варіант. Це є важливою компетентністю, необхідною як у навчальній діяльності, так і в реальному житті [1; 2].

Не менш важливим варто відзначити вплив відкритих завдань на формування у учнів самостійності і рефлексії. Під час роботи над такими завданнями учні вчаться планувати свою діяльність, оцінювати свої результати, аналізувати свої помилки і виправляти їх розвивати свої навички і вміння. Рефлексія допомагає учням усвідомлювати своє мислення і розвивати навички самонавчання.

У практиці роботи вчителя важливо правильно організувати процес розв'язування відкритих задач. Доцільно ставити перед учнями проблемні запитання, які не мають однозначної відповіді, наприклад: «Як можна вирішити цю ситуацію?», «Який варіант є найбільш доцільним і чому?», «Чи існують альтернативні підходи?». Такий підхід активізує мислення та залучає учнів до обговорення.

Особливу роль відіграє атмосфера на уроці. Учні не повинні боятися помилятися, адже саме через помилки відбувається навчання. Вчителю важливо підтримувати кожную думку, заохочувати аргументацію та дискусію, формувати повагу до різних точок зору. Ефективними є форми роботи в групах, обговорення, дебати, спільний пошук рішень. Відкриті задачі сприяють розвитку самостійності та відповідальності учнів за власне навчання. Вони вчаться не просто знаходити відповідь, а пояснювати, чому саме так, оцінювати свої рішення та вдосконалювати їх. Це формує навички, які є важливими не лише в навчанні, а й у повсякденному житті [2].

Таким чином, відкриті задачі виступають ефективним засобом формування критичного мислення, оскільки забезпечують розвиток аналітичних і творчих здібностей, формують навички аргументації, сприяють прийняттю рішень у складних умовах та стимулюють самостійну й усвідомлену пізнавальну діяльність учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Камбалова Я. М., Белкіна-Ковальчук О. В., Гаврилишин Т. Л. Вплив сучасних освітніх програм на формування критичного мислення учнів середніх шкіл України: аналітичний підхід та перспективи вдосконалення. *Академічні візії*. 2024. № 29. URL : <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/996> (дата звернення: 08.04.2026).
2. Achkan V., Protsyk N. (2024). Tasks for Developing Creative Thinking in Pupils and Students Through Mathematics Learning. *Pedagogical Discourse*. 2024. № 35. P. 46–54. URL : <https://doi.org/10.31475/ped.dys.2024.35.07> (date of enquiry: 08.04.2026).

Владислав Мовчан,

*студент, Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: vmovchan@ifker.ukr.education ;*

Анастасія Притиченко,

*викладач, Ірпінський фаховий коледж економіки та права
email: aprytychenko@ifker.ukr.education*

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ: АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИКИ Й РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ

У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства операційні системи є фундаментальним компонентом інформаційних технологій, що забезпечує ефективну взаємодію між апаратним та програмним забезпеченням. Їх розвиток нерозривно пов'язаний із досягненнями в галузі математики, зокрема дискретної математики, теорії алгоритмів, математичної логіки та методів оптимізації [1]. У зв'язку з цим аналіз архітектурних підходів сучасних операційних систем набуває особливої актуальності в контексті вирішення сучасних наукових і прикладних задач.

Основними архітектурними підходами до побудови операційних систем є монолітна, мікроядерна та гібридна архітектури. Монолітна архітектура передбачає інтеграцію всіх основних компонентів системи в межах єдиного ядра, що забезпечує високу продуктивність за рахунок мінімізації витрат на міжпроцесну взаємодію. Однак така структура ускладнює масштабування та модифікацію системи, що може негативно впливати на її надійність [2].

Мікроядерна архітектура, навпаки, базується на мінімізації функцій ядра та перенесенні більшості сервісів у користувацький простір. Це дозволяє підвищити модульність, спростити тестування та забезпечити вищий рівень безпеки системи. Разом з тим, збільшення кількості взаємодій між компонентами призводить до певного зниження продуктивності [3].

Гібридні архітектури поєднують переваги обох підходів, забезпечуючи компроміс між швидкодією, надійністю та гнучкістю. Саме такі підходи використовуються в більшості сучасних операційних систем, що підтверджує їх ефективність у реальних умовах експлуатації.

Застосування математичних методів у сучасних операційних системах є одним із ключових чинників підвищення їх ефективності. Зокрема, алгоритми

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

планування процесів базуються на методах оптимізації та теорії графів, що дозволяє мінімізувати час очікування та підвищити пропускну здатність системи.

Крім того, теорія ймовірностей і статистичні методи застосовуються для прогнозування навантаження на систему та оцінки її продуктивності. Використання математичних моделей дозволяє підвищити точність прийняття рішень щодо розподілу ресурсів та оптимізації роботи системи в умовах змінного навантаження [4].

Особливу роль відіграють математичні методи у забезпеченні інформаційної безпеки операційних систем. Криптографічні алгоритми, що базуються на складних математичних задачах, забезпечують конфіденційність, цілісність та автентичність даних. У сучасних умовах розвитку хмарних технологій та інтернету речей ці аспекти набувають критичного значення.

Важливим аспектом є також вплив вивчення операційних систем на розвиток дослідницьких умінь здобувачів освіти. Аналіз архітектурних підходів сприяє формуванню системного мислення, здатності до моделювання складних процесів та використання математичних методів для вирішення практичних задач. Це є необхідною складовою підготовки фахівців у сфері інформаційних технологій.

Перспективи розвитку операційних систем пов'язані з інтеграцією методів штучного інтелекту, машинного навчання та автоматизованого управління ресурсами. Використання математичних моделей дозволяє створювати адаптивні системи, здатні самостійно оптимізувати свою роботу залежно від умов функціонування. Також актуальним напрямом є розвиток розподілених обчислювальних систем, що потребує нових підходів до управління даними та ресурсами.

Таким чином, сучасні операційні системи є складними багаторівневими структурами, ефективність яких значною мірою визначається застосуванням математичних методів. Їх подальший розвиток пов'язаний із вдосконаленням архітектурних рішень та впровадженням інноваційних технологій. Подальший розвиток сучасних операційних систем також тісно пов'язаний із впровадженням концепцій розподілених обчислень та віртуалізації ресурсів.

Використання математичних моделей у таких системах дозволяє ефективно вирішувати задачі балансування навантаження, синхронізації процесів та забезпечення узгодженості даних у розподілених середовищах. Зокрема, застосування теорії графів та мереж дозволяє оптимізувати маршрутизацію даних і мінімізувати затримки при передачі інформації між вузлами системи.

Важливим напрямом є розвиток алгоритмів планування в умовах багатоядерних і багатопроецесорних систем. У таких середовищах виникає необхідність

оптимального розподілу задач між обчислювальними ресурсами, що формалізується як задача багатокритеріальної оптимізації. При цьому враховуються такі параметри, як час виконання, енергоспоживання та пріоритети задач. Застосування математичних методів дозволяє знаходити компромісні рішення, що забезпечують ефективну роботу системи в цілому.

Окрему увагу слід приділити проблемі масштабованості операційних систем. У сучасних умовах стрімкого зростання обсягів даних і кількості користувачів системи повинні забезпечувати стабільну роботу при значному збільшенні навантаження. Для цього використовуються методи математичного моделювання, що дозволяють прогнозувати поведінку системи та визначати граничні умови її функціонування. Зокрема, застосування теорії масового обслуговування дає змогу оцінити ефективність обробки запитів та визначити оптимальні параметри системи.

Крім того, сучасні операційні системи дедалі активніше інтегрують механізми машинного навчання для підвищення ефективності своєї роботи. Математичні моделі, що лежать в основі таких підходів, дозволяють системі адаптуватися до поведінки користувачів, прогнозувати навантаження та автоматично оптимізувати розподіл ресурсів. Це відкриває нові можливості для створення інтелектуальних операційних систем, здатних до самонавчання та саморегуляції.

У контексті сучасних проблем математики важливим є також питання складності алгоритмів, що використовуються в операційних системах. Аналіз часової та просторової складності дозволяє оцінити ефективність алгоритмів та визначити можливості їх оптимізації. Це є особливо актуальним для систем реального часу, де затримки у виконанні задач можуть призводити до критичних наслідків.

Значну роль відіграє і розвиток формальних методів верифікації операційних систем. Використання математичної логіки та теорії формальних мов дозволяє доводити коректність функціонування системи, що є важливим для критично важливих застосувань, зокрема в авіації, медицині та фінансових системах. Такі підходи сприяють підвищенню надійності та безпеки програмного забезпечення.

Узагальнюючи, можна зазначити, що сучасні операційні системи є складними об'єктами дослідження, які поєднують у собі досягнення різних галузей науки, насамперед математики та інформатики. Їх подальший розвиток визначатиметься здатністю ефективно інтегрувати новітні математичні методи та технології, що забезпечить підвищення продуктивності, надійності та адаптивності систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Таненбаум Е. Сучасні операційні системи. К. : Основи, 2018.
2. Силбершатц А., Галвін П., Ганье Г. Операційні системи. К. : Вільямс, 2020.
3. Stallings W. Operating Systems: Internals and Design Principles. Pearson, 2019.
4. Гриценко В. І., Литвин В. В. Основи системного програмування та операційних систем. Львів : Новий Світ-2000, 2019.

Ігор Прайс,

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,
кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем,*

Державний податковий університет

email: praisigor21122007@gmail.com

Науковий керівник:

Дар'я Терменжи,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: d.y.termenzhy@dpu.edu.ua

ЗОЛОТА ПРОПОРЦІЯ, РИТМ І ГАРМОНІЯ: ПОЄДНАННЯ МАТЕМАТИКИ ТА МУЗИКИ В STEM-ОСВІТІ

У сучасній STEM-освіті дедалі більшої актуальності набуває інтеграція різних галузей знань, що дозволяє формувати у здобувачів освіти дослідницьку компетентність та міждисциплінарне мислення. Поєднання математики та музики є одним із найяскравіших прикладів такого підходу, адже музика, як і математика, ґрунтується на закономірностях, пропорціях та структурі. Вивчення музичних явищ через математичні моделі дозволяє студентам не лише краще зрозуміти природу мистецтва, а й розвивати навички аналітичного мислення, критичного аналізу та творчості. Це створює нові можливості для формування дослідницької компетентності, яка є ключовою складовою сучасної освіти.

Золота пропорція ($\phi \approx 1,618$) відома як математичний вираз гармонії та балансу. Вона простежується у природі, архітектурі, живописі та музиці. У музичних композиціях класичних композиторів (Й. С. Баха, В. А. Моцарта, Л. ван Бетховена) можна знайти приклади використання золотого перетину у побудові музичних фраз, кульмінацій та архітектоніки твору. Наприклад, у сонатній формі часто кульмінація припадає саме на точку, що відповідає золотому перетину тривалості твору. Це створює відчуття природної завершеності та естетичної рівноваги [1]. Дослідження таких закономірностей у музичних творах сприяє розвитку у студентів уміння знаходити міжпредметні зв'язки та застосовувати математичні знання у нових контекстах, що є важливим для формування дослідницької компетентності.

Ритм у музиці можна описати через дробі, кратність та модульну арифметику. Кожна ритмічна структура є математичною моделлю, що базується на

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

співвідношеннях тривалостей звуків. Наприклад, дві четверті дорівнюють одній половині ($1/4 + 1/4 = 1/2$), а триолі можна описати як поділ одиниці на три рівні частини ($1/3$). Такі приклади дозволяють студентам побачити зв'язок між музичною практикою та математичними законами. Використання ритмічних моделей у навчанні сприяє розвитку навичок аналізу, логічного мислення та вміння застосовувати математику у творчих контекстах [2].

Крім того, ритм можна розглядати як приклад дискретної математики, де кожен елемент має свою тривалість і позицію у часовій послідовності. Це відкриває можливості для використання алгоритмів та цифрових технологій у музичному аналізі, зокрема для створення програмного забезпечення, що візуалізує ритмічні структури та дозволяє експериментувати з їх математичним моделюванням.

Гармонія у музиці також має математичне підґрунтя. Інтервали та акорди можна описати через прості співвідношення частот: октава – 2:1, квінта – 3:2, кварта – 4:3. Ці співвідношення відображають фундаментальні принципи акустики та теорії чисел. Вивчення гармонії з математичної точки зору формує у студентів розуміння зв'язку між фізикою, математикою та мистецтвом, а також розвиває дослідницькі навички. Наприклад, аналіз гармонійних прогресій дозволяє побачити, як математичні закономірності впливають на емоційне сприйняття музики. Це сприяє розвитку у здобувачів освіти здатності поєднувати аналітичне мислення з естетичним сприйняттям [3].

Поєднання математики та музики у навчальному процесі сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних навичок та творчості. Такий підхід формує дослідницьку компетентність здобувачів освіти, адже вони навчаються застосовувати математичні методи для аналізу культурних і мистецьких явищ. Міжпредметні завдання, що включають аналіз музичних творів через математичні моделі, дозволяють студентам не лише засвоювати теоретичні знання, а й застосовувати їх на практиці. Це відповідає сучасним вимогам STEM-освіти, яка орієнтована на інтеграцію наук, технологій, інженерії та математики [4].

Важливим аспектом є також використання цифрових технологій, які дозволяють візуалізувати ритмічні структури та гармонійні співвідношення, створювати інтерактивні навчальні проєкти та використовувати системи управління навчанням для аналізу успішності студентів у міжпредметних завданнях. LMS-платформи дають можливість відстежувати прогалини у знаннях та формувати індивідуальні траєкторії навчання, що підсилює дослідницьку складову освітнього процесу.

Практичне застосування такого підходу може включати аналіз музичних творів через математичні моделі, використання програмного забезпечення для візуалізації ритмічних структур та гармонійних співвідношень, створення програм, що генерують музику на основі математичних алгоритмів, а також використання LMS-платформ для аналізу успішності студентів у міжпредметних завданнях. Це дозволяє виявляти прогалини у знаннях та формувати індивідуальні траєкторії навчання [5]. Таким чином, інтеграція математики та музики у STEM-освіті сприяє розвитку дослідницької компетентності, формує аналітичні та творчі навички, а також забезпечує новий рівень міждисциплінарного мислення. Вона відкриває можливості для створення інноваційних освітніх практик, що поєднують точність математичного аналізу з емоційною силою музичного мистецтва.

Висновки свідчать про те, що міжпредметний підхід у поєднанні математики та музики відкриває нові можливості для STEM-освіти. Він не лише розширює світогляд студентів, а й формує дослідницьку компетентність, необхідну для сучасного науковця та фахівця цифрової епохи. Інтеграція математики та музики сприяє розвитку аналітичних і творчих навичок, формує критичне мислення та забезпечує новий рівень міждисциплінарного мислення. Це відповідає стратегічним завданням сучасної освіти, орієнтованої на інновації та інтеграцію знань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Livio M. The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number. Broadway Books, 2003. 303 p. URL : <https://worthybrother.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/02/mario-livio-the-golden-ratio-the-story-of-phi-the-world-most-astonishing-number.pdf> (дата звернення: 11.04.2026).
2. Rothstein E. Emblems of Mind: The Inner Life of Music and Mathematics. New York : Times Books, 1995. 263 p. URL : <https://archive.org/details/emblemsofmindinn00roth> (дата звернення: 11.04.2026).
3. Benson D. J. Music: A Mathematical Offering. Cambridge : Cambridge University Press, 2006. 411 p. URL : <https://homepages.abdn.ac.uk/d.j.benson/pages/html/music.pdf> (дата звернення: 11.04.2026).
4. Changing the Equation: Securing STEM Futures for Women. Paris : UNESCO Publishing, 2024. 114 p. URL : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391384> (дата звернення: 11.04.2026).
5. Future of Education and Skills 2030 / OECD Publishing. 2021. URL : https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/publications/Project%20background%20E2030%20Introduction_FINAL_rev.pdf (дата звернення: 11.04.2026).

Антоніна Сорокіна,

учитель математики,

*Навчально-виховний комплекс «Сергіївська загальноосвітня школа
I–III ступенів – дошкільний навчальний заклад» Удачненської селищної ради
Покровського району Донецької області
email: zhwarnitskaya@ukr.net ;*

Мірослава Лушпа,

учениця 10 класу,

*Навчально-виховний комплекс «Сергіївська загальноосвітня школа
I–III ступенів – дошкільний навчальний заклад» Удачненської селищної ради
Покровського району Донецької області
email: lushpa.l2018@gmail.com*

МОДЕЛЮВАННЯ ЗІРЧАСТИХ МНОГОГРАННИКІВ

*«Математика виявляє порядок,
симетрію та визначеність – і вони
є найвищими формами прекрасного»
Арістотель*

Історія математики – це історія пошуку досконалої форми. Від платонових тіл античності до зірчастих многогранників Кеплера геометри прагнули відповісти на запитання: які форми є найпростішими й водночас найгармонійнішими? Многогранники стали відповіддю, у якій математика поєднала логіку, симетрію та красу.

Вчені в наші дні вивчають многогранники і складають різні наукові гіпотези, які в майбутньому можуть привести до різних відкриттів. Ця тема актуальна, оскільки небагато людей знають правильні многогранники, але знання цих геометричних тіл допоможе в створенні різних шедеврів (як у архітектурі, так і в живописі і багато в чому іншому, тому що многогранники мають велику сферу застосування) (рис. 1) [3].

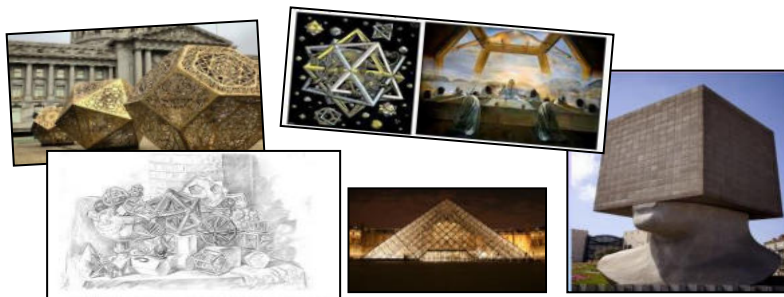


Рисунок 1 – Зірчасті многогранники в мистецтві та архітектурі

Зі слів Бертрана Рассела: “Математика володіє не тільки істиною, але і вищою красою – красою відточеною й строгою, піднесено чистою і прагне до справжньої досконалості, яка властива лише найбільшим зразкам мистецтва”. Тут не лише відкривається дивний світ геометричних тіл, що мають неповторні властивості, але і цікаві наукові гіпотези. Жодні геометричні тіла не мають такої досконалості і краси, як правильні многогранники. Людина виявляє цікавість до правильних многокутників і многогранників упродовж усієї своєї свідомої діяльності – від дворічної дитини, що грає дерев'яними кубиками, до зрілого математика. Деякі з правильних і напівправильних тіл зустрічаються в природі у вигляді кристалів, інші – у вигляді вірусів, які можна розглянути за допомогою електронного мікроскопа [3].

Поняття многогранника є одним з центральних в курсі стереометрії. Многогранники виділяються своїми цікавими властивостями, красивими формами. Теорія многогранників має багату і давню історію, пов'язану з іменами Піфагора, Евкліда, Архімеда, Аполлонія. В той же час це сучасний розділ математики. Теорія багатогранників має велике значення як для теоретичних досліджень по геометрії, так і для практичних застосувань в інших розділах математики, наприклад, алгебрі, теорії чисел, в природознавстві [3].

Багато форм зірчастих многогранників зустрічаються в природі:

- сніжинки – плоскі проєкції зірчастих многогранників;
- деякі молекули та кристалічні структури мають правильну об'ємну форму.



Рисунок 2 – Многогранники в природі

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

Краса і дивовижні властивості многогранників дивували не одне покоління математиків, філософів, природодослідників.

Автори провели опитування щодо знань людей різного віку з даної теми, проаналізували результати.

Зірчасті многогранники залишаються малодослідженими у шкільному курсі математики, однак мають значний пізнавальний та прикладний потенціал, зокрема у сфері просторового мислення, дизайну та комп'ютерного моделювання.

При виборі методів взаємодії учасників навчального процесу доцільно зупинитися на інтерактивних методах навчання, оскільки вони дозволяють створити комфортні умови, за яких кожен здобувач освіти відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність. До інтерактивних засобів навчання науковці відносять електронні посібники [1].

Авторами було розроблене інтерактивне тестування з корекцією знань (рис. 3).



Рисунок 3 – Фрагмент тестування з корекцією знань з теми:
«Зірчасті многогранники»

Дослідження авторів поєднує класичну геометрію з елементами сучасного математичного моделювання.

Наведемо приклад створеної авторами комп'ютерної моделі зірчастого многогранника в програмі Blender, яка дозволить краще підвищити наочність навчання, забезпечити його диференціацію (рис. 4).

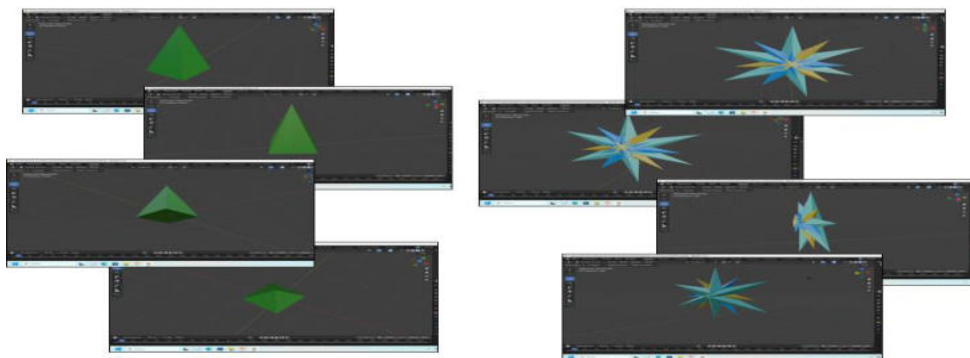


Рисунок 4 – Комп'ютерна модель зірчастого многогранника

За допомогою комп'ютера можна організувати процес навчання за індивідуальною програмою, що сприяє комфортному психологічному стану учня і розширює можливості для творчості [2].

Таким чином, зірчасті многогранники демонструють, як математика поєднує строгі логічні закони та естетичну красу. Вони існують не лише в теорії, а й у природі, підтверджуючи, що симетрія та порядок є фундаментальними властивостями світу. Моделювання многогранників сприяє розвитку просторових уявлень, конструкторських раціоналізаторських здібностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Губар Д. Є., Напомняща Т. В. Інтерактивне навчання як основа підготовки майбутнього фахівця до ефективної професійної діяльності. URL : <https://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN16/11gdeepd.pdf>
2. Лосєва Н. М. Інтерактивні технології навчання математики : навчально-методичний посібник для студентів / Н. М. Лосєва, Т. В. Непомняща, А. Ю. Панова. К. : Кафедра, 2012. 228 с.
3. Моделювання зірчастих многогранників : наукова робота. URL : <https://naurok.com.ua/naukova-robota-modelyuvannya-zirchastih-mnogogrannikov-120181.html>

Інна Тарасенко,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти;

Лілія Скасків,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: liliaskaskiv@gmail.com

GAMIFICATION У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ: ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ІГОР ТА ВІКТОРИН

Сучасна школа дедалі активніше інтегрує цифрові технології у навчальний процес. Особливо це стосується математики, яка часто сприймається учнями як складний і «сухий» предмет. Одним із ефективних способів підвищення мотивації та залученості школярів є використання gamification – ігрових елементів у навчанні.

Gamification – це застосування механік гри (бали, рівні, рейтинги, нагороди) у неігровому середовищі. У шкільному навчанні це означає перетворення традиційних завдань на інтерактивні ігрові ситуації, де учні отримують винагороди за успішне виконання вправ, змагаються між собою чи співпрацюють у командах.

Учні 5–6 класів мають високу потребу у змаганні, швидкій винагороді та візуалізації результатів. Вони активно користуються гаджетами й цифровими платформами, тому інтерактивні інтернет-ресурси стають для них природним середовищем навчання. Використання ігрових елементів допомагає подолати бар'єр «нудної математики» та перетворює урок на захопливий процес.

Основні інтерактивні платформи для навчання математики у 5–6 класах – Kahoot, Quizizz, Matific та GeoGebra – пропонують різні формати роботи: від вікторин і квестів до візуалізації геометрії та адаптивних тренажерів. Вони допомагають зробити уроки цікавими, мотивуючими та ефективними.

Ці ресурси дозволяють учням не лише виконувати завдання, а й бачити миттєвий результат, отримувати бали, порівнювати свої досягнення з іншими.

Прикладами застосування можуть бути: урок з теми «Дробы» можна перетворити на інтерактивну гру, де учні змагаються у швидкості та правильності виконання вправ; геометричний квест допоможе закріпити знання про площу та периметр, коли учні виконують завдання, щоб «відкрити наступний рівень»; он-лайн-симуляції дозволяють наочно пояснити поняття відсотків, що значно полегшує розуміння.

Секція 4. Сучасні проблеми математики та їх відображення в методиці формування дослідницьких умінь здобувачів

Порівняння основних платформ подано у таблиці:

Платформа	Основний формат	Переваги	Найкраще підходить для
Kahoot	Вікторини у реальному часі	Змагання, швидка перевірка знань	Закріплення матеріалу, контроль
Quizizz	Ігрові тести з медіа	Робота у власному темпі, велика бібліотека	Домашні завдання, дистанційне навчання
Matific	Адаптивні ігри	Концептуальне розуміння, пригодницький формат	Початкове пояснення тем, індивідуальна робота
GeoGebra	Візуалізація математики	Побудова графіків, 3D-моделі	Геометрія, алгебра, складні поняття

Досвід показує, що gamification підвищує активність учнів, сприяє кращому засвоєнню матеріалу та формує позитивне ставлення до математики. Учні охочіше беруть участь у навчальному процесі, а вчителі отримують інструмент для індивідуалізації навчання.

Отже, Gamification є потужним засобом для розвитку математичних компетентностей у середній школі. Використання інтерактивних інтернет-ресурсів робить уроки більш цікавими, мотивуючими та ефективними. Це не лише допомагає учням краще засвоювати матеріал, а й формує у них позитивний досвід навчання, що є надзвичайно важливим для подальшого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко Т. С. Gamification у навчанні математики: досвід українських шкіл. *Педагогічні інновації*. 2023. № 4. С. 33–38.
2. Кравченко Л. В. Інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математики в середній школі. *Збірник наукових праць*. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2023. С. 45–52.
3. Мельник О. А. Використання освітніх онлайн-ресурсів у процесі навчання математики учнів 5–6 класів. *Математика в школі*. 2022. № 2. С. 17–22.

Олександр Терменжи,

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: gubar.darya@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «КООРДИНАТИ І ВЕКТОРИ» В 10 КЛАСІ

Процеси глобальної цифровізації зумовлюють необхідність оновлення методик викладання математики в закладах загальної середньої освіти. Впровадження штучного інтелекту (ШІ) дозволяє автоматизувати моніторинг навчальних досягнень та забезпечити глибоку персоналізацію освітньої траєкторії. Розділ «Координати і вектори» у 10 класі є фундаментальним, проте через високий рівень абстракції матеріалу учні часто стикаються з труднощами, що призводить до механічного зазубрювання алгоритмів без розуміння суті понять.

Об'єктом дослідження обрано закономірності функціонування та особливості розвитку процесу навчання математики в сучасному загальноосвітньому просторі. Предмет роботи охоплює систему методичних підходів та прийомів застосування цифрових освітніх ресурсів, що виступають дидактичним підґрунтям для вивчення розділу про координати та вектори.

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичному проектуванні дидактичного контенту на основі технологій штучного інтелекту та графічних калькуляторів для ефективного опанування учнями теми «Координати і вектори». Застосування таких платформ, як GeoGebra, Desmos та Kahoot!, дозволяє трансформувати пасивне навчання на дослідницьку діяльність. Основні переваги інтеграції ІТ-інструментів включають:

1. *Високий рівень візуалізації:* динамічні моделі дозволяють учням наочно спостерігати трансформації об'єктів при зміні параметрів.

2. *Математичне експериментування*: можливість активної взаємодії з векторами та координатами для самостійного виявлення закономірностей.

3. *Миттєвий зворотний зв'язок*: використання середовища GeoGebra забезпечує швидку верифікацію результатів та можливість самокорекції помилок у реальному часі.

4. *Адаптивність*: ІІІ-системи аналізують типові помилки та пропонують індивідуалізовані завдання.

Для ефективного засвоєння матеріалу пропонується впровадження багаторівневої системи задач, інтегрованої в цифрові середовища:

- *Базовий рівень*: обчислення координат середини відрізка.
- *Середній рівень*: знаходження координат та довжини вектора за заданими точками.
- *Достатній рівень*: перевірка колінеарності точок.
- *Високий рівень*: комплексні задачі на властивості геометричних фігур (наприклад, паралелограма).

Поряд із позитивними результатами було визначено низку стримувальних чинників. Зокрема, існує ймовірність формалізації знань, коли розуміння логічних зв'язків замінюється механічним алгоритмом дій у програмному середовищі. Суттєвою перешкодою залишається методична неготовність педагогів, зумовлена недостатнім рівнем їхньої цифрової грамотності для повноцінного впровадження технологій у навчальний процес. Також спостерігається технічна диспропорція, що виявляється у різному рівні доступу закладів освіти до сучасного обладнання. Окрему увагу слід приділити ризику когнітивного перевантаження учнів, оскільки надмірне використання ігрових платформ, як-от Kahoot!, може спричинити втрату концентрації та фрагментарність отриманих знань.

Інтеграція цифрових технологій та ІІІ у вивчення теми «Координати і вектори» суттєво підвищує мотивацію та якість знань учнів завдяки поєднанню традиційних методик з інноваційними візуалізаційними модулями. Практична значущість дослідження полягає у створенні комплексного дидактичного забезпечення, що сприяє розвитку просторового мислення та навичок самоконтролю. Подальші перспективи пов'язані з пошуком балансу між автоматизацією навчання та розвитком інтелектуальної самостійності школярів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурда М. І. Методика навчання математики в школі. Київ : Освіта, 2011.
2. Слєпкань З. І. Методика навчання математики. Київ : Вища школа, 2006.

3. Van Vaerenbergh S., Pérez-Suay A. Artificial Intelligence in Mathematics Education. 2021.

4. Семко М. М., Ярова О. А., Скасків Л. В. Основні поняття сучасної алгебри / Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. С. 128. (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).

5. Ярова О. А., Терменжи Д. Є., Нічишина В. В. Порівняльний аналіз ефективності традиційних і сучасних методів навчання геометрії та алгебри в основній школі. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. Вип. 8.

Андрій Тітов,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
кафедра вищої та прикладної математики
email: andryytit@gmail.com ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНИХ ІНТЕРЕСІВ ШКОЛЯРІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ: ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Розвиток пізнавальних інтересів школярів у навчанні математики є ключовим завданням сучасної освіти в рамках концепції Нової української школи (НУШ). Математика виступає не лише фундаментом точних наук, а й інструментом формування критичного мислення та інтелектуальної стійкості. Основна педагогічна задача – трансформувати зовнішню мотивацію у внутрішній пізнавальний інтерес, що стимулює самоосвіту [1].

Пізнавальний інтерес – це стійке, вибіркове ставлення до предмета, що включає емоційну, інтелектуальну та вольову складові [2; 4]:

– *Емоційний компонент*: задоволення від інтелектуальних зусиль та подолання складнощів, стан, коли процес інтелектуальної праці стає для учня цінністю сам по собі, незалежно від зовнішніх оцінок.

– *Інтелектуальний компонент*: аналіз, синтез та висування гіпотез у процесі розв'язання задач, прагнення розібратися в суті явища, перші спроби самостійного пошуку розв'язку.

– *Вольовий компонент*: здатність до тривалої концентрації на абстрактних об'єктах.

Щоб подолати абстрактність математики, важливо застосовувати контекстне навчання – розв'язувати задачі з реальним змістом (фінансова грамотність, екологія), впроваджувати міжпредметну інтеграцію (STEM-підхід), демонструючи зв'язки математики з мистецтвом, біологією, архітектурою і практичними життєвими задачами [2].

STEM-підхід дозволяє школярам побачити математику як мову інших наук: створення моделей фізичних процесів, розрахунків траєкторій у робототехніці або аналіз статистичних даних у соціологічних опитуваннях класу, аналіз реальних життєвих ситуацій (наприклад, оптимізація маршруту шкільного автобуса або розрахунків енергоефективності приміщення), де математика є ключем до розв'язання практичної проблеми [3].

Цифрова трансформація та гейміфікація, зокрема використання інструментів GeoGebra, Desmos, Kahoot, Quizizz, створюють інтерактивне середовище, яке робить навчання більш захопливим і знижує тривожність. Важливо забезпечувати баланс складності завдань, залучати учнів до вибору рівня, способу розв'язання та тем проєктів, а також впроваджувати рефлексію для усвідомлення прогресу [6].

Ефективним методом є створення проблемних ситуацій, коли учень усвідомлює недостатність наявних знань для вирішення нового завдання. Проте важливо дотримуватися балансу складності. Завдання мають перебувати в «зоні найближчого розвитку».

Важливою умовою розвитку інтересу є надання учневі права вибору – рівня складності завдання, способу розв'язання чи теми проєкту. Рефлексія наприкінці уроку («Що мене сьогодні здивувало?», «Де я можу це використати?») допомагає учневі усвідомити власний прогрес. Використання рівневої диференціації дозволяє кожному учню відчути «ситуацію успіху», що є потужним психологічним підкріпленням інтересу до подальшого навчання [3; 5].

Розвиток пізнавальних інтересів – системний процес, що вимагає від учителя глибоких знань та творчих методик. Лише через активну діяльність, дослідницький пошук і розуміння практичного значення математики формується особистість здатна до логічного обґрунтування та інноваційного мислення. Математика має сприйматися як ключ до розуміння світу, а не як набір сухих правил.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильєва Д. В. Навчання математики в основній школі: від теорії до практики : монографія. Київ : Освіта, 2020. 180 с.
2. Скворцова С. О., Онопрієнко О. В. Нова українська школа: методика навчання математики. Харків : Ранок, 2019. 320 с.
3. Тарасенкова Н. А. Дидактичні аспекти формування математичної компетентності школярів. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. 2022. Т. 4. С. 12–20.
4. Ільяш Ю. С. Розвиток логічного мислення та пізнавального інтересу на уроках математики. *Наукові записки НаУКМА*. 2023. Т. 5. С. 88–94.

5. Небеська Є. І., Ярова О. А. Математика і її роль в житті людини. *SCIENCE AND EDUCATION IN PROGRESS* : V International Scientific and Practical Conference, March 26–28, 2025. Dublin, Ireland, 2025. С. 77–80.

6. Ярова О. А., Євич А. М. Трансформація дослідницької діяльності на уроках математики засобами цифрових технологій. *EUROPEAN SCIENCE AND INNOVATION CONGRESS* : I Міжнародна науково-практична конференція, 8–10.12.2025. Барселона, Іспанія, 2025. С. 251–255

Світлана Тростогон,

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти;

Лілія Скасків,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

кафедра вищої та прикладної математики,

Державний податковий університет

email: liliaskaskiv@gmail.com

АЛГОРИТМИ СЕКРЕТНОСТІ: МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ КЛАСИЧНОЇ КРИПТОГРАФІЇ

Вивчення криптографії в межах позашкільної освіти або елективних курсів гімназії відкриває унікальні можливості для інтеграції математики, інформатики та історії. Методика викладання цього предмета має трансформувати складні математичні абстракції у зрозумілі алгоритмічні моделі, що стимулюють дослідницький інтерес учнів.

Першим етапом методики є занурення в контекст. Кожне заняття починається не з формули, а з криптографічного кейсу. Наприклад, вивчення шифру «Скітала» супроводжується історією спартанських послів. Це дозволяє учням зрозуміти фізичну суть алгоритму перестановки ще до того, як вони почнуть працювати з його цифровим відповідником. Візуалізація через створення матеріальних копій шифраторів (дисків, трафаретів) перетворює абстрактну «секретність» на відчутний механізм.

Криптографія є ідеальним майданчиком для вивчення модульної арифметики та теорії чисел. Методична особливість полягає в поступовому переході:

- ✓ Символьний рівень – робота з буквами алфавіту (зсув, заміна).
- ✓ Числовий рівень – перетворення літер у цифрові індекси.
- ✓ Операційний рівень – застосування математичних операцій (наприклад, додавання за модулем 33) для отримання зашифрованого значення.

Це формує в учнів розуміння того, що будь-який сучасний захист - це насамперед математична стійкість алгоритму.

Найефективнішим методичним прийомом є пріоритет криптоаналізу над шифруванням. Учень отримує роль «дешифрувальника», що змушує його шукати слабкі місця в системі.

Такий підхід стимулює учня до вдосконалення власних алгоритмів: зрозумівши, як легко зламати шифр Цезаря, він природним чином приходиться до ідеї поліалфавітної заміни (шифр Віженера).

Методика передбачає обов'язковий перехід від «паперової» криптографії до комп'ютерної реалізації. Учні створюють прості програми або табличні моделі (в Excel), які автоматизують рутинні процеси. Це дозволяє зосередитися на логіці алгоритму, а не на механічних помилках при обчисленнях. Використання спеціалізованого софту для стеганографії або онлайн-емуляторів (наприклад, віртуальної машини «Енігма») демонструє еволюцію інструментів захисту.

Важливою частиною методики є виховання цифрової відповідальності. Викладач має наголошувати на етичних межах застосування отриманих знань. Обговорення концепцій приватності, права на таємницю листування та ролі держави в контролі над інформацією перетворює технічний курс на важливий елемент громадянського виховання.

Елективний курс «Класична криптографія та мистецтво приховування» може мати наступну структуру:

Заняття 1. Основи криптології. Поняття криптографії та криптоаналізу. Тріада інформаційної безпеки (конфіденційність, цілісність, доступність). Етичний кодекс «білого» капелюха.

Заняття 2. Світова історія таємного листування. Від ієрогліфів Стародавнього Єгипту до середньовічних дипломатичних кодів. Чому секретність змінювала хід історії.

Заняття 3. Класична стеганографія. Симпатичне чорнило (хімічні методи), мікрокрапки та фізичне приховування повідомлень. Практикум: «Створення невидимого тексту».

Заняття 4. Цифрова стеганографія. Методи приховування даних у медіафайлах (зображення, звук). Концепція LSB (найменш значущого біта).

Заняття 5. Лабораторна робота №1. Використання програм для вбудовування тексту в цифрові зображення та його вилучення.

Заняття 6. Геометрія в шифруванні. Шифри перестановки. Скитала Спарти. Аналіз табличних перестановок (проста та подвійна перестановка).

Заняття 7. Магічні квадрати та решітки. Використання математичних квадратів для шифрування. Решітка Кардано: виготовлення трафарету та створення «невидимих» повідомлень у листі.

Заняття 8. Шифр Цезаря та його модифікації. Алгоритм зсуву. Шифр Атбаш. Власноручне виготовлення картонного диска-шифратора.

Заняття 9. Моноалфавітні шифри підстановки. Використання ключових слів. Створення складних алфавітів. Чому такі шифри вважалися незламними до появи математичного аналізу.

Заняття 10. Криптоаналіз: Частотний аналіз. Метод статистичного дослідження мови. Вивчення частотних таблиць української та англійської мов.

III Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених: Математичні методи та цифрові технології в економіці, сучасні проблеми математики

Заняття 11. Лабораторна робота №2. Дешифрування тексту методом частотного аналізу за допомогою Excel або онлайн-аналізаторів.

Заняття 12. Поліалфавітні шифри: Диск Альберті. Перший крок до складної криптографії. Вивчення принципу зміни алфавіту під час шифрування одного слова.

Заняття 13. «Незламний» шифр Віженера. Робота з квадратом Віженера. Визначення вразливостей (метод Казіскі) та способи їх усунення.

Заняття 14. Шифр Вернама та концепція Одноразового блокнота. Математичне доведення абсолютної стійкості. Умови, за яких шифр неможливо зламати навіть суперкомп'ютером.

Заняття 15. Епоха «Енігми» та Тьюрінг. Принцип роботи роторних машин. Історія Блетчлі-Парку.

Методика викладання класичної криптографії, запропонована у тезах, демонструє багаторівневий та інтегрований підхід до навчання, який поєднує історичний контекст, математичні основи та сучасні цифрові інструменти. Вона формує в учнів не лише технічні навички роботи з алгоритмами шифрування, а й критичне мислення через криптоаналіз, що стимулює пошук слабких місць та вдосконалення власних рішень.

Особливу цінність має поступовий перехід від «паперової» криптографії до комп'ютерної реалізації, що дозволяє учням усвідомити еволюцію засобів захисту інформації та зрозуміти фундаментальну роль математики у сучасній кібербезпеці. Важливим компонентом є виховання цифрової відповідальності та етичного ставлення до використання знань, що перетворює курс на інструмент громадянського виховання.

Отже, запропонована методика є ефективною моделлю інтеграції математики, інформатики та історії, яка не лише навчає алгоритмам секретності, а й формує у школярів цілісне бачення інформаційної безпеки як ключового елементу сучасного світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жданов О. М. Історія криптографії: від папірусів до комп'ютерів. Полтава : Скайтек, 2018. 192 с.
2. Сінгх С. Книга шифрів. Мистецтво секретності від Стародавнього Єгипту до квантової криптографії / пер. з англ. М. Лузіної. Київ : Наш Формат, 2023. 448 с.
3. Халабузар О. А. Криптографія як елемент STEM-освіти на уроках математики. *Математика в школах України*. 2021. № 10–12. С. 14–19.

Людмила Чорна,

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти,
кафедра вищої та прикладної математики
email: Vdp207@ukr.net ;*

Оксана Ярова,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
факультет фінансів та цифрових технологій,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ЗАГАЛЬНОЇ АЛГЕБРИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ (НА ПРИКЛАДІ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ЧИСЛА»)

Сучасна математична освіта орієнтована на формування не лише обчислювальних умінь, а й здатності учнів до аналітичного мислення та узагальнення. Особливе місце у цьому процесі належить змістовій лінії «Числа», яка вивчається у 5–9 класах і виконує функцію основи для подальшого засвоєння алгебри. Саме через опанування числових понять і дій учні переходять від конкретного до абстрактного мислення. Метою роботи є аналіз методичних підходів до використання елементів загальної алгебри під час вивчення чисел у шкільному курсі математики [1; 2].

Змістова лінія «Числа» займає центральне місце в курсі математики основної школи, оскільки забезпечує формування обчислювальної культури учнів. Відповідно до чинних освітніх програм, навчання має бути спрямоване не лише на відпрацювання алгоритмів, а й на усвідомлення змісту арифметичних операцій і їх властивостей. На початковому етапі основної школи відбувається систематизація знань про натуральні числа. Цей процес передбачає перехід від інтуїтивного виконання дій до їх логічного осмислення. Учні поступово усвідомлюють значення нуля і одиниці, принципи позиційної системи числення, а також ознайомлюються з поняттями подільності, простих і складених чисел [4]. Це сприяє розвитку логічного мислення та формує основи теоретичного підходу до чисел.

Алгебраїчні компоненти арифметики найбільш виразно проявляються через властивості арифметичних дій: переставну, сполучну та розподільну. У методичному аспекті важливо, щоб ці властивості не зводилися до формальних

правил, а розглядалися як відображення загальних закономірностей [3]. Такий підхід дозволяє учням усвідомити внутрішню структуру обчислень і підготуватися до вивчення алгебраїчних виразів.

Ефективне навчання передбачає використання різних методичних підходів. Зокрема, наочно-ілюстративний підхід забезпечує розуміння через моделі та схеми; практичний – через розв’язування прикладних задач; аналітичний – через формулювання узагальнень і правил [6]. Поєднання цих підходів сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

Окремої уваги потребує проблема формування обчислювальних навичок. Практика показує, що надмірна орієнтація на алгоритми без розуміння призводить до формалізму, тоді як недостатня кількість вправ – до низького рівня технічної підготовки учнів. Тому доцільним є поєднання змістового аналізу дій із систематичним тренуванням, використанням усних вправ, раціональних способів обчислення та завдань практичного змісту [5]. Обчислювальна культура передбачає не лише правильність виконання дій, а й уміння обирати доцільний спосіб розв’язання, оцінювати результати та здійснювати самоконтроль. Саме ці вміння формують основу математичної компетентності учнів.

Незважаючи на важливість змістової лінії «Числа» у формуванні математичної компетентності учнів, у процесі її реалізації виникає низка суттєвих методичних проблем. По-перше, спостерігається формалізація знань учнів, коли обчислювальні дії виконуються за зразком без глибокого розуміння їх суті. Учні часто механічно застосовують правила, не усвідомлюючи змісту арифметичних операцій і їх властивостей. По-друге, існує дисбаланс між формуванням навичок і розвитком мислення. У практиці навчання нерідко переважає або надмірна алгоритмізація (що знижує рівень осмислення), або, навпаки, недостатня кількість тренувальних вправ (що призводить до слабкої обчислювальної техніки). По-третє, актуальною є проблема недостатнього усвідомлення алгебраїчної природи арифметичних дій. Властивості додавання і множення часто подаються як ізольовані правила, а не як прояви загальних математичних закономірностей, що ускладнює подальший перехід до вивчення алгебри. По-четверте, спостерігаються труднощі у формуванні обчислювальної культури учнів, зокрема в умінні раціонально обирати спосіб обчислення, оцінювати результат і здійснювати самоконтроль. По-п’яте, недостатньо ефективно реалізується зв’язок навчального матеріалу з практичними ситуаціями, що знижує мотивацію учнів і ускладнює застосування знань у реальному житті.

Отже, зазначені проблеми свідчать про необхідність удосконалення методики навчання, зокрема через інтеграцію змістового і діяльнісного підходів, активніше використання варіативних завдань та посилення уваги до розвитку логічного мислення учнів.

Розглянемо методичний прийом формування розуміння розподільної властивості множення.

Приклад: обчислити $3 \cdot 48$.

Учням пропонується подати число 48 у вигляді суми, наприклад:

$$48 = 40 + 8$$

Тоді:

$$3 \times 48 = 3 \times (40 + 8) = 3 \times 40 + 3 \times 8 = 120 + 24 = 144$$

У процесі обговорення вчитель акцентує увагу на доцільності такого способу, пропонує альтернативні варіанти розкладу числа, наприклад:

$$48 = 30 + 18$$

$$3 \times 48 = 3 \times 30 + 3 \times 18 = 90 + 54 = 144$$

Це сприяє переходу від конкретного прикладу до формулювання загальної властивості:

$$a \times (b + c) = a \times b + a \times c$$

Отже, змістова лінія «Числа» є важливим компонентом шкільного курсу математики, що забезпечує не лише формування обчислювальних навичок, а й розвиток алгебраїчного мислення. Використання властивостей арифметичних дій як елементів загальної алгебри сприяє усвідомленню учнями структури математичних операцій. Ефективність навчання досягається за умови поєднання різних методичних підходів, балансу між розумінням і тренуванням, а також орієнтації на формування обчислювальної культури. Це забезпечує підготовку учнів до подальшого вивчення алгебри та формує їх математичну компетентність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Навчальні програми з математики для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : МОН України, 2017.
2. Семко М. М., Ярова О. А., Скасків Л. В. Основні поняття сучасної алгебри / Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. С. 128. (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).
3. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А. Методика навчання математики в школі : навч. посіб. Київ : Генеза, 2011. 320 с.
4. Істер О. С. Математика. 5 клас : підручник для закладів загальної середньої освіти. Харків : Ранок, 2018. 256 с.
5. Бевз Г. П., Бевз В. Г. Алгебра : підручник для 7–9 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : Освіта, 2017. 300 с.
6. Слєпкань З. І. Методика навчання математики : підручник. Львів : Світ, 2006. 280 с.

Оксана Ярова,
*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
кафедра вищої та прикладної математики,
Державний податковий університет
email: yarovaoa@ukr.net*

ТЕОРІЯ МНОЖИН ЯК ОСНОВА МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

Сучасна математика ґрунтується на теоретико-множинному підході, який виступає універсальним засобом опису математичних об'єктів і структур [1; 2]. Теорія множин забезпечує формалізованість і логічну узгодженість математичних побудов, оскільки саме через поняття множини визначаються числові системи, функції, відношення та інші абстрактні конструкції [2].

Множину визначають як впорядковану сукупність об'єктів довільної природи, які поєднані певною спільною характеристикою [1]. Кожен із цих об'єктів розглядається як елемент множини, а відношення належності виступає базовим поняттям теорії множин і задається за допомогою відповідних умовних позначень [3]. Формалізація таких відношень забезпечує точність і однозначність інтерпретації математичних висловлювань.

Суттєвим є також розподіл множин за їхніми властивостями. Зокрема, розрізняють скінченні та нескінченні множини, причому останні мають вагоме значення у межах математичного аналізу та дослідження функціональних залежностей [2; 3]. Окремо виділяють порожню множину, яка не містить жодного елемента, але водночас входить до складу будь-якої множини як її підмножина [1]. Використання поняття підмножини дозволяє встановлювати відношення включення між множинами та впорядковувати їх у певну ієрархічну структуру.

Суттєве значення у теорії множин мають операції над множинами, зокрема об'єднання, перетин, різниця та доповнення [3]. Вони забезпечують можливість побудови нових множин і дослідження їх властивостей. Змістовно ці операції пов'язані з логічними зв'язками: об'єднання відповідає диз'юнкції («або»), а перетин - кон'юнкції («і») [2].

Операції над множинами підпорядковуються ряду фундаментальних законів, серед яких комутативність, асоціативність і дистрибутивність [3]. Особливе місце посідають закони де Моргана, які встановлюють співвідношення між операціями об'єднання, перетину та доповнення [2]. Зазначені закони широко застосовуються як у теоретичних доведеннях, так і при розв'язуванні прикладних задач.

Історичний розвиток теорії множин супроводжувався виникненням низки парадоксів, що засвідчили обмеженість наївного підходу до трактування

множин [4]. Найбільш відомим є парадокс Рассела, який виявив суперечності, пов'язані з необмеженим утворенням множин [4]. Подолання цих труднощів зумовило формування аксіоматичного підходу, зокрема теорії Цермело-Френкеля, яка забезпечує несуперечливість математичних побудов [2].

Важливим узагальненням є поняття декартового добутку множин, що використовується для побудови впорядкованих пар і множин більш складної структури [3]. На його основі формалізується поняття функції як відображення між множинами [2].

У шкільному курсі математики теорія множин виконує важливу пропедевтичну та методологічну функцію [2]. Її вивчення сприяє формуванню в учнів умінь класифікувати об'єкти, встановлювати між ними зв'язки, здійснювати узагальнення та логічні висновки.

Ефективним засобом засвоєння матеріалу є використання наочних методів навчання, зокрема діаграм Ейлера–Венна, які дозволяють візуалізувати відношення між множинами та результати операцій над ними [3]. Це сприяє кращому розумінню абстрактних понять.

Важливим дидактичним принципом є поступовий перехід від конкретного до абстрактного: від розгляду множин реальних об'єктів до їх формалізованого подання за допомогою математичної символіки [2]. У старших класах множини застосовуються для опису розв'язків рівнянь, нерівностей, областей визначення та множин значень функцій.

Приклади

1. Нехай $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{2, 3, 4, 5\}$.

Тоді:

$$A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5\},$$

$$A \cap B = \{2, 3\},$$

$$A \setminus B = \{1\}.$$

2. У навчальній практиці множина розв'язків рівняння $x^2 - 4x + 3 = 0$ має вигляд $\{1, 3\}$, що демонструє задання множини переліком елементів.

Теорія множин є фундаментальною складовою сучасної математичної науки та освіти, оскільки забезпечує строгість і формалізацію математичних понять. Її опанування сприяє розвитку логічного мислення та формуванню математичної культури.

Вивчення теорії множин у шкільному курсі створює необхідне підґрунтя для подальшого засвоєння складніших математичних розділів, зокрема теорії функцій, рівнянь, нерівностей та елементів математичного аналізу.

Отже, теорія множин виступає не лише як теоретична основа математики, але й як ефективний інструмент формування математичної компетентності учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семко М. М., Ярова О. А., Скасків Л. В. Основні поняття сучасної алгебри / Університет ДФС України. Ірпінь, 2020. С. 128. (Серія «На допомогу студенту УДФСУ» ; т. 81).
2. Жалдак М. І., Морзе Н. В., Рамський Ю. С. Теорія ймовірностей і математична статистика з елементами теорії множин (для педагогічних ЗВО). Київ : НПУ, 2010.
3. Курс лекцій з дисципліни «Дискретна математика», розділ «Теорія множин» для студентів факультету «Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії» / упоряд. : Н. Р. Крива, Н. І. Блащак, І. С. Дідич. Тернопіль : ТНТУ, 2023. 36 с.
4. Бевз В. Г. Практикум з історії математики : навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2004. 312 с.

Наукове електронне мережеве видання

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ, СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ

Збірник матеріалів

III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених

16 квітня 2026 р.

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Укладачі

*Л. В. Скасків,
А. А. Омельчук*

Відповідальний за випуск

Н. Б. Добрянська

Форматування та
комп'ютерна верстка

Д. П. Завальницька

Друк. арк. 14.0
Замовлення № 1193

*Підготовлено науково-організаційним відділом
Державного податкового університету
08205, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, Київська область, Україна*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовників
і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 7669 від 20.09.2022*