



Alfred Nobel
University

V Міжнародна науково–практична
конференція

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
БІЗНЕС, НАУКА, ОСВІТА»

тези доповідей

16 січня 2026

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

V Міжнародна науково-практична конференція

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
БІЗНЕС, НАУКА, ОСВІТА»**

тези доповідей

16 січня 2026 р.

Електронне видання

**Дніпро
2026**

INFORMATION TECHNOLOGIES DEPARTMENT

V International scientific conference

**INFORMATION TECHNOLOGIES: BUSINESS, SCIENCE,
EDUCATION**

Proceedings

January 16, 2026

Electronic edition

**Dnipro
2026**



УНІВЕРСИТЕТ імені АЛЬФРЕДА НОБЕЛЯ

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ГДАНСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (Польща)

БАТУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ШОТА РУСТАВЕЛІ (Грузія)

СТРАСБУРЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ НАУК

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

V Міжнародна науково-практична конференція

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:

БІЗНЕС, НАУКА, ОСВІТА

тези доповідей

16 січня 2026 р.

Електронне видання

Дніпро
2026

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету:

Ю.М. Барташевська, кандидат економічних наук, доцент, завідувачка кафедри інформаційних технологій Університету імені Альфреда Нобеля;

Члени оргкомітету:

С.Л. Хрипко, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій Університету імені Альфреда Нобеля;

І. Дідманідзе, професор, Батумський державний університет імені Шота Руставелі (Грузія);

Н.О. Різун, кандидат технічних наук, доцент, доцент Гданського політехнічного університету (Польща);

Л.І. Ярмоленко, старший викладач кафедри інформаційних технологій Університету імені Альфреда Нобеля.

Інформаційні технології: бізнес, наука, освіта: тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції 16 січня 2026 року. – Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2026. – 122 с.

ISBN 978-966-434-624-2

Збірник містить матеріали за такими тематичними напрямками: «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці», «Захист інформації та інформаційна безпека», «Технології Data Mining і Big Data», «Машинне навчання та штучний інтелект», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», «WEB-розробка та дизайн».

Організатори конференції:

ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля»

Гданський політехнічний університет

Батумський державний університет імені Шота Руставелі

Страсбурзький національний інститут прикладних наук

Український державний університет науки і технологій

УДК 004.2: 004.9 (330)

Відповідальна за випуск

Ю.М. Барташевська, кандидат економічних наук, доцент

Матеріали опубліковані в авторській редакції.

Посвідчення державної реєстрації УкрІНТЕІ № 1082U001289 від 22.12.2025 р.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ.....	6
Т.К. Мазан ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ПОТЕНЦІАЛІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ.....	6
Manana I. Didmanidze UNEMPLOYMENT AND PROBLEMS OF EMPLOYMENT IN AN ECONOMICALLY ACTIVE REGION.....	8
Tengiz Didmanidze COMBINATORIAL METHODS FOR CALCULATING PARTITIONS OF FINITE SETS IN THE THEORY OF SEMIGROUPS OF BINARY RELATIONS.....	10
Д.Є. Кравцов ІНТЕГРАЦІЯ ОЗНАК МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА У РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ (НА ПРИКЛАДІ РЕСТОРАНІВ STARBUCKS).....	11
Д.Є. Кравцов ВИКОРИСТАННЯ ОЗНАК БЛИЗЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ У РЕГРЕСІЙНИХ ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ ВАРТОСТІ ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ.....	13
О.В. Міненко ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАФІКУ ОНЛАЙН-МАГАЗИНУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ЗАМОВЛЕНЬ.....	15
М.М. Зенько УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАСАЖИРОПОТОКУ.....	16
Д.О. Тооде МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ОБ'ЄМУ ПОСТАЧАННЯ ПРОДУКЦІЇ.....	19
СЕКЦІЯ: ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА	22
Є.С. Павлюк СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВИХ РИЗИКІВ	22
М.О. Трандафілов, Є.О. Бурлак АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КРАПКИ ДОСТУПУ В БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ, ЩО ПОБУДОВАНА ЗА ПРОТОКОЛОМ 802.11	24
А.Ю. Гунченко РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ.....	27
А. В. Садченко, О. А. Кушніренко АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ КОРПОРАТИВНОЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ.....	29
Yevhenii Martseniuk UNIFIED CLOUD POLICY MANAGEMENT AS A SERVICE.....	32
А.О. Горячковська СИСТЕМА СПОВІЩЕННЯ ПРО РИЗИК КІБЕРАТАКИ НА ІНФРАСТРУКТУРУ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ.....	35
С.С. Чумак СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ.....	37
І.В. Гула, О.І. Полікаровських ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСПЛЕЇВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ТА БЕЗПЕКОЮ (СУДБ).....	39
І.Г. Лещенко _ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ АНАЛІТИКИ.....	40
СЕКЦІЯ: ТЕХНОЛОГІЇ DATA MINING ТА BIG DATA	43
Л.М. Дегтярьова ЕВОЛЮЦІЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ВІД СТАТИСТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ АРХІТЕКТУР	43
А.С. Голуб ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТЕМПЕРАТУРНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ ПОВЕРХНЕВОГО ОБІГРІВУ ҐРУНТУ	45

О.В. Плохат ЗАСТОСУВАННЯ BIG DATA ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ БАНКУ	47
Ia Turmanidze HATE SPEECH IN GEORGIAN- AND GERMAN-LANGUAGE ONLINE FORUMS: CHALLENGES AND MANAGEMENT STRATEGIES	49
СЕКЦІЯ: МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ	52
С.Л. Хрипко ОПТИМІЗАЦІЯ КОНВЕРСІЇ В E-COMMERCE АЛГОРИТМОМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ FP-GROWTH.....	52
С.А. Кухарь ЕТИКА ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЦИФРОВОМУ МАРКЕТИНГУ	54
М.А. Бобро ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ.....	55
О.В. Поддубей ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕС ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ: ІНСТРУМЕНТИ Й МОЖЛИВОСТІ.....	56
В.С. Басараб ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТІ: СУЧАСНІ РЕАЛІЇ.....	58
С.Г. Трофімець ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ	60
О.В. Міненко РОЗРОБКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ОБЛІКУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	62
Anna Beridze THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN STUDENTS' LIFE: HUMAN THINKING AND AI EXECUTION	64
М.Г. Балтакса ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ТА ТОЧНОСТІ МОДЕЛЕЙ LSTM І TRANSFORMER У ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ	67
СЕКЦІЯ: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ	70
Mziuri Geladze EDUCATION OF STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS THROUGH MODERN TECHNOLOGIES.....	70
Giuli Geladze SAFETY STANDARDS FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN GENERAL EDUCATION SCHOOLS	71
О.С. Іванов АЛГОРИТМІЧНІ ПІДХОДИ ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ КЛІЄНТСЬКОЮ БАЗОЮ.....	73
Р.О. Шибанов ГНУЧКА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОПИТУВАННЯМИ ТА АНКЕТАМИ У КОРПОРАТИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT DYNAMICS 365 CRM	75
Р.В. Байматов ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ USB-ГЕЙМПАДІВ НА ОСНОВІ XINPUT ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ З DIRECTINPUT.....	76
В.П. Горобець ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕЙМІФІКАЦІЙНОЇ БІЗНЕС-ЛОГІКИ У МОБІЛЬНОМУ ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ СІМЕЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.....	80
А.О. Баранов АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ.....	82
А.В. Шатна, П.М. Ковальчук, Д.О. Пінчук _ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В УКРАЇНІ: СТАН, ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ.....	84
В. Chyrkov GREEN IT & SUSTAINABLE SOFTWARE	86
Р.І. Гаврон КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА «РОЗРАХУНОК ВТРАТ НАПОРУ В ОБОЛОНЦІ-РУКАВІ ГС ПОГ»	87
Igor Ryzhkov, François Di Martino RISQUES ET PERSPECTIVES DE L'UTILISATION DE L'IA DANS L'EDUCATION MODERNE	90
Р.Р. Луценко, Д.О. Удовенко АНАЛІЗ ВАРТОСТІ КРИПТОВАЛЮТ	93

А.В. Кулагін ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ РІВНІВ У 2D-ГРІ	95
О.О. Руденко ЦИФРОВІЗАЦІЯ РИНКУ ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ	96
Nina Rizun, Yuliiia Bartashevskа DIGITALIZATION OF PUBLIC SERVICES AND LABOR MARKET NEEDS	98
СЕКЦІЯ: WEB-РОЗРОБКА ТА ДИЗАЙН	101
І.В. Крисенко ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ПОШТОВИХ СЕРВІСІВ «НОВА ПОШТА» У ПЛАТФОРМУ WIX ECOMMERCE	101
О.С. Хрипко ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕФЕКТИВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ	102
В.В. Монахов МАСШТАБОВАНІ ВЕБ-ЗАСТОСУНКИ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ МІКРОФРОНТЕНДІВ	104
Д.О. Скакун ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБДОДАТКІВ НЕРУХОМОСТІ	107
А.О. Чайка ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО КЕШУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ШВИДКОДІЇ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ	109

СЕКЦІЯ: МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

Т.К. Мазан
бакалавр, 3-й рік навчання,
спеціальності 292 «Міжнародні економічні відносини»
Університету імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ПОТЕНЦІАЛІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

У сучасних умовах ринкової економіки питання ефективного управління логістикою набуває особливої актуальності, оскільки саме логістичні процеси значною мірою визначають стабільність функціонування та перспективи розвитку підприємств. При цьому одним із ключових складових логістики є транспортування продукції, витрати на яке нерідко формують вагомому частку собівартості готового продукту [1]. Саме тому оптимізація транспортних витрат розглядається як важливий чинник підвищення конкурентоспроможності підприємства, його прибутковості та здатності швидко адаптуватися до змін ринкового середовища. Досягнення такої ефективності потребує впровадження системного аналітичного підходу до організації перевезень, де значну роль відіграє транспортна задача одна з базових моделей лінійного програмування. Вона дозволяє розробити оптимальну стратегію транспортування однорідної продукції від мережі постачальників до споживачів, враховуючи наявні ресурси, потреби ринку та встановлені тарифні сітки. Де головною метою розв'язання такої задачі є мінімізація цільової функції витрат при суворому дотриманні балансових обмежень системи. Методологія пошуку розв'язку базується на логічній послідовності етапів: від побудови початкового допустимого плану до його послідовного вдосконалення [2]. Ключовим інструментом аналізу є метод потенціалів, який за допомогою системи двоїстих змінних дозволяє оцінити ефективність кожного маршруту. Завдяки своїй чіткій алгоритмічній структурі, цей метод не лише забезпечує високу точність обчислень, а й дозволяє наочно простежити процес оптимізації логістичних потоків. Для реалізації математичної моделі транспортної задачі доцільно залучати спеціалізовані програмні засоби, зокрема середовище Mathcad. Де при використанні цього програмного продукту спрощує роботу з матрицями та векторами, автоматизує виконання ітераційних обчислень і знижує ризик виникнення арифметичних помилок. Крім того, Mathcad забезпечує наочне подання результатів, що істотно полегшує аналіз отриманих оптимальних планів перевезень та підвищує загальну ефективність дослідження [3].

Щоб краще розібратися в тому, як працюють ці розрахунки на практиці, пропоную детально розглянути конкретний приклад. Уявімо, що наша компанія має три пункти постачання A1, A2 та A3, з яких необхідно доставити певну продукцію до чотирьох пунктів споживання B1, B2, B3 та B4. Де кожен із постачальників має обмежений запас продукції, а кожен споживач потребує визначну кількість, яку потрібно повністю задовольнити. На основі наведеного фрагмента розрахунків у середовищі Mathcad ми записуємо вихідні дані у вигляді матричних структур, що є базовим етапом побудови математичної моделі. Матриця T1 представляє вартісні показники

$$T1 := \begin{pmatrix} 4 & 2 & 4 & 5 \\ 8 & 3 & 7 & 5 \\ 5 & 5 & 7 & 7 \end{pmatrix} \quad \text{Запас1} := \begin{pmatrix} 20 \\ 60 \\ 70 \end{pmatrix} \quad \text{Замовлення1} := (10 \ 60 \ 70 \ 10)$$

логістичних маршрутів, де кожен елемент відображає питомі витрати на транспортування одиниці товару між відповідними вузлами системи. Вектор-стовпець запасів та вектор-рядок замовлень визначають граничні умови задачі, обмежуючи обсяги можливих відвантажень та встановлюючи цільові показники споживання. Порівнявши обсяги поставок та потреб, ми бачимо, що їхні сумарні значення однакові й дорівнюють 150 одиницям, що свідчить про збалансованість системи, яка класифікує дану задачу як закриту транспортну модель [3]. Де такий стан рівноваги дозволяє перейти безпосередньо до пошуку опорного плану без залучення

фіктивних пунктів, що значно спрощує алгоритм подальшої оптимізації. Використання інструментарію Mathcad у даному контексті забезпечує автоматизацію обчислювального процесу, дозволяючи мінімізувати цільову функцію сумарних витрат при суворому дотриманні балансових обмежень для кожного пункту відправлення та призначення.

Наступним кроком у розрахунку йде змістовна інтерпретація результатів та побудова цільового плану перевезень, що представлено у розрахунковому модулі. Де в результаті обчислень було сформовано вектор $Y1$ - це транспонований вектор рішень, кожен компонент визначає обсяг вантажу для кожної конкретної ділянки маршруту. Тобто, отримане значення цільової функції $V_{Popt}=730$ грошових одиниць свідчить про досягнення мінімально можливих витрат підприємства при повному задоволенні запитів усіх споживачів. Для аналізу оптимального розподілу матеріальних потоків у середовищі Mathcad було побудовано матрицю

$$Y1 := Y^T$$

$Y1 =$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	0	0	20	0	0	60	0	0	10	...

$$W(0,0,20,0,0,60,0,0,10,0,50,10) = 730$$

$$V_{Popt} := 730$$

$$S1 := \text{submatrix}(Y1, 1, 1, 1, 3)$$

$$S1 = (0 \ 0 \ 20)$$

$$S2 := \text{submatrix}(Y1, 1, 1, 4, 6)$$

$$S2 = (0 \ 0 \ 60)$$

$$S3 := \text{submatrix}(Y1, 1, 1, 7, 9)$$

$$S3 = (0 \ 0 \ 10)$$

$$S4 := \text{submatrix}(Y1, 1, 1, 10, 12)$$

$$S4 = (0 \ 50 \ 10)$$

$$Popt := \text{stack}(S1, S2, S3, S4)$$

$$Popt = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 10 \\ 0 & 50 & 10 \end{pmatrix}$$

найбільш ефективного плану $Popt$, яка відображає раціональний рух ресурсів між постачальниками та споживачами. Отримане рішення дало змогу визначити ефективну конфігурацію логістичної системи підприємства з мінімальними сумарними витратами. Згідно з оптимальним планом, перший і другий постачальники повністю передають свої ресурси третьому споживачу в обсягах 20 та 60 одиниць відповідно. Третій постачальник також спрямовує 10 одиниць ресурсу до цього ж споживача, забезпечуючи повне покриття його потреб. Розподільчу функцію в системі виконує четвертий постачальник, який постачає 50 одиниць ресурсу другому споживачу та 10 одиниць - третьому. Такий розподіл дозволяє збалансувати попит інших пунктів призначення без залучення економічно менш вигідних маршрутів.

Отже, оптимізація показує, що мінімізація витрат досягається шляхом концентрації основних обсягів постачання на найбільш ефективному напрямку, тоді як окремі постачальники використовуються для коригування та стабілізації системи розподілу. Практичне застосування подібних моделей дає можливість оцінювати структуру логістичних потоків, виявляти ключові напрями постачання та обґрунтовувати управлінські рішення в умовах змін попиту і тарифів.

Список використаних джерел

1. Кравець О. В. Економіко-математичні методи та моделі конспект лекцій навчальної дисципліни «Економетрика: економіко-математичні методи». Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. 111 с. URL: <https://elar.tsatu.edu.ua/items/7ed8e365-6af4-44c7-8ea3-8942efc1fc86>
2. Подвальна Г. В. Оптимізація перевезень: проблеми використання "транспортної задачі" / Г. В. Подвальна // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2012. № 735 :

Логістика. С. 176–180. URL: <https://ena.lpnu.ua/bitstreams/afc0d10b-1b9b-4c83-9448-0712d96ac243/download>

3. Дзісь В. Г., Левчук О.В., Новицька Л.І., Смілянець О.Г., Бубновська І.А. Довідник . Програмування в Mathcad. Вінниця. Видавничий центр ВНАУ 2015.– 187 с. URL: <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/8769.pdf>

Науковий керівник: Л.І. Ярмоленко, старший викладач

Manana I. Didmanidze
doctoral student
Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

UNEMPLOYMENT AND PROBLEMS OF EMPLOYMENT IN AN ECONOMICALLY ACTIVE REGION

Unemployment is one of the most important problems in the world. It hinders the socio-economic development of the country, hinders the improvement of the standard of living of the population. In the economic literature, special attention is paid to the analysis of the economic and social consequences of unemployment. Unemployment gives rise to several problems of particular acuteness. Among them is the problem of social inequality.

Key words: employment problems, market economy, unemployment, number of unemployed.

Unemployment causes more than one socio-economic problem, including: the dequalification of workers, the growth of poverty, shattering the psyche of people, a drop in morale, suicide, an aggravation of the crime situation, a decline in marriage and fertility, an increase in the number of divorces and the number of deaths.

Unemployment, and especially chronic unemployment, has quite negative socio-economic consequences for society, which is adequately reflected in the standard of living of the population and the process of economic development of the country. Therefore, in international practice, serious attention is paid to the assessment of these negative socio-economic consequences. It is relatively easy to assess the economic consequences of unemployment, while the social consequences, which are difficult to distinguish and are complex and cannot be fully evaluated. The negative consequences of unemployment and the degree of its impact on socio-economic development depend on the situation in the country, on the specific parameters of the social situation.

To fight unemployment, we must first analyze its causes. There are many reasons for the emergence of unemployment: the transformation of the economy, the economic downturn, the mistakes made during economic reforms, the introduction of innovations, the high level of corruption, the presence of imperfect institutions, the difficult political and criminogenic situation, etc.

To eliminate economic inequality, it is necessary to carry out systemic reforms both in the field of education and in agriculture. It is necessary to increase economic opportunities, the quality of education and access to retraining, and create an environment in which all stakeholders, including government, civil society, the private sector, and citizens, will be involved in the process of sustainable development, because this is a complex problem, and it is practically impossible for one single sector to solve it. Unemployment causes an economic crisis and reduces people's purchasing power, leading to poverty. Unemployment and poverty are more relevant in less developed countries, however, due to current economic problems at the global level, this problem has become relevant for developed countries as well. Unemployment and poverty are so complex that they are directly correlated with each other, and as the unemployment rate decreases, so does the poverty rate, but overcoming the problem of unemployment should be carried out on the basis of an individual action plan for all countries and, moreover, for all regions [1].

We focus on one of the problems in the field of employment, namely the shadow part of the employment market. People employed in the shadow part of the labor market avoid mandatory taxes for employees in the country, whose income can be much higher than the income of many taxpayers, however, in most cases, the income of people employed in the shadow part of the labor market is below

average, and they might be using various types of social assistance and benefits. Most, but not all, people in the informal labor market are low-paid, low-skilled workers. In addition to the fact that the presence of the shadow part of the labor market causes errors in the significant statistical data of the country, the country's economy loses income in the form of hidden taxes.

It is important that in order to improve the quality of the institutionalization of job search, it is not enough to create Internet portals, regularly organize forums and employment weeks. It is necessary to accelerate the creation of a network of employment promotion centers, which is also provided for by the state strategy for the formation of the labor market. There is a Public Service Bureau. The Public Service Bureau is a legal entity of public law, the purpose of which is to develop the administrative and legislative policy of public administration in the country and to implement the principles of effective public administration. The Bureau carries out the improvement of the legal framework of the public service, the improvement of human resource management systems of the public service and the implementation of e-government projects [2].

One of the most common and effective ways to combat structural unemployment is the preparation and conduct of training courses by the state. This will help improve the skills of the unemployed and increase their competitiveness. In this way, the level of professional and qualification training of the workforce will be in line with the requirements of the workplace.

To prevent a rise in the unemployment rate, it is important to take a number of measures:

- ❖ Management Improvement - to eliminate the vicious practice of mass layoffs of old employees and joining the state with "his own team" as a sign of gratitude for the personal loyalty of "this team" when changing managers-employees in government structures.

- ❖ Protection of the rights granted to workers by law - in this direction it is necessary to strengthen trade unions. Executive authorities must respond quickly and objectively to violations of the Labor Code.

- ❖ Development of an anti-dumping law. Dumping serves to drown local producers, so it causes serious damage to small businesses and, as a result, increases the unemployment rate. Therefore, it is necessary that the state actively fight against dumping prices in order to protect the manufacturer as much as possible.

- ❖ Improving the system of labor protection and protection of rights - the right to life and health of workers, as one of the fundamental rights, is guaranteed by the Constitution of Georgia and a number of international documents. The right to work includes the right of workers to ensure the safest and healthiest working conditions possible and to protect the rights granted to them by labor legislation.

- ❖ Regulation of labor migration - according to the state migration strategy, it is necessary to create a legal and institutional environment to improve the emigration environment. Its goals are: promotion of legal migration; fight against illegal migration; promoting the reintegration of returned migrants; Improving migration management and raising public awareness.

There are two main methods for determining the number of unemployed:

1. The unemployment rate is determined on the basis of selective observations of a certain part of the population, which is conducted periodically;

2. The unemployment rate can be determined on the basis of applications submitted for the status of unemployed in the state employment services.

Duration of unemployment - The period of unemployment of an economically active person can be different. The most short-term is friction unemployment, which can usually last for weeks or months. Structural unemployment lasts longer than friction[3].

It is true that the negative socio-economic consequences of unemployment are pronounced and are mostly assessed negatively by specialists, but, like all events, unemployment has, along with negative, positive aspects in terms of its impact on the labor market. In particular, the presence of a certain level of unemployment leads to:

- ✓ the constant maintenance of the labor reserve;
- ✓ the competition among workers;
- ✓ the stimulation of productivity and labor intensity;
- ✓ increasing the social significance and role of labor in society;
- ✓ increasing the social status of the employee;

✓ the freedom of choice of workplace, etc.

The main indicators of unemployment are: the number of unemployed; duration of unemployment; unemployment rate; the sex-age structure of unemployed; professional-qualified structure of unemployed; sectoral and territorial structure of unemployed.

The formation of the natural level of unemployment can be affected by many factors, such as economic growth rates, demographic development trends, the emigration-immigration situation of the country, changes in the structure of the labor force, etc. Since the above figures are different in different countries, it is not surprising that every country has a different natural level of unemployment.

Literature

1. Didmanidze Ibraim, Didmanidze Manana, Yamkova Olga, Didmanidze Tengiz. About employment problems in the region. IV international scientific and practical conference «modeling, control and information technologies. Works of conferences. No. 4 (2020), 5-7 november, Rivne, Ukraine, p. 124-125.

2. Didmanidze Ibraim, Motskobili Ia, Didmanidze Manana, Didmanidze Tengiz, Zakaradze Zurab. EMPLOYMENT PROBLEMS AMONG YOUNG SPECIALIST IN THE REGION. XXXV INTERNATIONAL CONFERENCE PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES (PDMU-2020). ABSTRACTS. May 11-15, 2020, Baku-Sheki, Republic of Azerbaijan. p. 36-37.

3. Didmanidze Ibraim Sh., Motskobili Ia R., Didmanidze Manana I. ENSURING EFFECTIVE GOVERNING FOR REGIONAL DEVELOPMENT. 9th International Scientific-Practical Conference “Computer Simulation and Control in Technics and Technologies CSCTT-2021”. PROCEEDINGS. Kyiv, may 12-14, 2021. P. 35-38.

*Scientific Doctoral Supervisor: Ia R. Motskobili, Ibraim Sh. Didmanidze
Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia*

Tengiz Didmanidze
*master's degree, 2st year of studying, speciality Mathematica
Batumi Shota Rustaveli State University*

COMBINATORIAL METHODS FOR CALCULATING PARTITIONS OF FINITE SETS IN THE THEORY OF SEMIGROUPS OF BINARY RELATIONS

Relevance. In mathematics and computer science, we often deal with dividing a finite set into equivalence classes. In our studies, we encounter the partition of a set, for example in cases where we want to count the idempotent, regular, and external elements of a finite semigroup of binary relations. In this context, it is important to know the number of all possible partitions of a finite set.

The purpose. Our goal is to obtain a formula for calculating all possible partitions of a finite set. This formula can be used to solve various combinatorial problems (for example, to determine the number of idempotent, regular or external elements of a finite semigroup of binary relations, also for calculating the number of right units).

Principal provisions. In this paper, the formula is considered, which make it possible to carry out a straightforward calculation of the number of all partitions of a finite set.

We denote by $\Sigma(K_n)$ the set of all possible partitions of an arbitrary n -element set ($n > 1$), and by $K_n = |\Sigma(K_n)|$ the number of elements of the set $\Sigma(K_n)$. Now we can define the set $\Sigma(K_n^m)$ as follows:

$$\Sigma(K_n^m) = \{H \in \Sigma(K_n) \mid |H| = m\}, \quad (m \leq n).$$

The number of elements of the latter set is denoted by K_n^m , i.e. $K_n^m = |\Sigma(K_n^m)|$. It is obvious that $K_n = \sum_i^n K_n^i$.

Lemma. The formula

$$K_n^m = \sum_{i=1}^m \frac{(-1)^{m+1}}{(i-1)!(m-i)!} \cdot i^{n-1},$$

where $n = 1, 2, 3, \dots$ and $m \leq n$, is fulfilled for the value K_n^m .

Theorem. The number K_n of all partitions of n -element set is calculated by the formula

$$K_n = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n \frac{(-1)^{i+j}}{(j-i)!} \right) \cdot \frac{i^{n-1}}{(i-1)!}$$

Where where $n = 1, 2, 3, \dots$ and $m \leq n$.

Conclusions. The enumerative formulas for the number of all possible partitions of a finite set can be used to solve various types of combinatorial problems. The description of idempotent and regular elements of a semigroup of binary relations, as well as the description of external elements and right units, is based on the partitioning of the set. Accordingly, counting these elements relies on determining the number of all possible partitions of the set. The formula we have obtained is successfully applied to address this problem.

List of references

1. Givradze O. Irreducible Generating Sets of Complete Semigroups of Unions. *Journal of Mathematical Sciences*: March 2014, Vol. 197, Issue 6, pp 755-760.
2. Bernhard H. A, Note on the number of idempotent elements in symmetrik semigroup. *Amer. Math.Monthly*, 74, №10, 1967, 1234-1235.
3. Brocghan K. A., On the number of structures of reflexive and tranzitive relations. *Can. Math. J.* 25, №6, 1973, 1269-1273.

Scientific adviser: Omar Givradze, Ibraim Didmanidze

Д. Є. Кравцов
Аспірант 3 року навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»,
Одеський національний морський університет
e-mail: dmkravtsov@gmail.com

ІНТЕГРАЦІЯ ОЗНАК МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА У РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ (НА ПРИКЛАДІ РЕСТОРАНІВ STARBUCKS)

Сучасні методи машинного навчання, зокрема алгоритми градієнтного бустингу LightGBM, XGBoost і CatBoost, широко застосовуються для прогнозування вартості нерухомості та здатні ефективно враховувати складні нелінійні взаємозв'язки між ознаками, що дозволяє досягати високої точності у задачах регресії [1]. Завдяки використанню ансамблевих підходів такі моделі добре адаптуються до неоднорідних даних та здатні працювати з великою кількістю числових і категоріальних характеристик. Водночас їх застосування у практичних задачах оцінки нерухомості часто обмежується набором базових табличних ознак, які описують фізичні властивості об'єктів і загальні географічні параметри.

Традиційні моделі оцінки вартості житлової нерухомості здебільшого зосереджені на таких характеристиках, як площа об'єкта, кількість кімнат, рік побудови, поштовий індекс або координати розташування. Хоча ці параметри є важливими, вони не завжди повною мірою відображають вплив міського середовища та рівень розвитку інфраструктури району. Зокрема, поза увагою часто залишається комерційна інфраструктура, яка може виступати непрямим індикатором соціально-економічного стану території та рівня її привабливості для мешканців. Окремі дослідження показують, що наявність популярних закладів громадського харчування поблизу житлових об'єктів може суттєво впливати на рівень орендної плати та формування ринкової вартості житла [2].

У даній роботі досліджується вплив близькості ресторанів мережі Starbucks на вартість оренди житлової нерухомості у місті Х'юстон (США). Мережа Starbucks розглядається як показовий приклад популярної комерційної інфраструктури, присутність якої може свідчити про розвиненість району, концентрацію платоспроможного попиту та наявність супутніх міських сервісів. Для проведення аналізу використано датасет, що містить 9260 об'єктів оренди житлової нерухомості, а також географічні дані про розташування 344 ресторанів Starbucks у межах досліджуваного міста.

З метою урахування просторових факторів базовий набір табличних ознак було збагачено характеристиками, що відображають доступність комерційної інфраструктури для кожного об'єкта нерухомості. Зокрема, було сформовано такі групи просторових ознак:

- кількість ресторанів Starbucks у заданих радіусах від об'єкта нерухомості, що дозволяє оцінити щільність закладів у навколишньому середовищі;
- відстань до найближчого ресторану Starbucks як показник безпосередньої доступності популярного сервісу;
- середні відстані до кількох найближчих ресторанів мережі, що характеризують загальний рівень комерційної насиченості району.

Такий підхід дозволяє перейти від використання лише координат об'єкта до більш інформативного опису його оточення, враховуючи не лише географічне положення, а й структуру міського середовища. Для відбору найбільш інформативних ознак застосовано алгоритм Recursive Feature Elimination with Cross-Validation, який забезпечує поетапне усунення надлишкових характеристик із контролем якості моделі на основі крос-валідації. Це дозволило зберегти баланс між точністю прогнозування та інтерпретованістю моделі.

Прогнозування вартості оренди здійснювалося з використанням моделі градієнтного бустингу LightGBM. Для підвищення якості прогнозів було виконано оптимізацію гіперпараметрів за допомогою бібліотеки Optuna, яка застосовує сучасні байєсівські підходи до пошуку оптимальних конфігурацій моделі. Отримані результати показали, що інтеграція просторових ознак, пов'язаних із близькістю ресторанів Starbucks, дозволяє знизити середньоквадратичну помилку прогнозування на 6,6%. Це свідчить про те, що ознаки міського середовища є статистично значущими та доповнюють традиційні характеристики об'єктів нерухомості.

Аналіз отриманих результатів підтверджує доцільність використання методики збагачення датасетів ознаками оточення для задач оцінки вартості житла. Доступність популярних комерційних об'єктів може розглядатися як узагальнений індикатор привабливості району, що корелює з попитом на оренду та рівнем орендних ставок. Подібні висновки узгоджуються з результатами попередніх досліджень, у яких підкреслюється роль міських зручностей у формуванні цін на нерухомість [3].

Подібні підходи не обмежуються аналізом ресторанів Starbucks і можуть бути розширені на інші типи міських об'єктів та сервісів, зокрема транспортні вузли, освітні заклади, парки або торгові центри. Урахування просторової доступності комерційних і соціальних об'єктів не замінює класичні підходи до моделювання вартості нерухомості, а доповнює їх, дозволяючи більш повно відобразити вплив міського середовища на формування орендної ціни. У подальших дослідженнях планується розширення набору просторових ознак та апробація запропонованого підходу на інших містах і регіонах. Основна гіпотеза полягає в тому, що інтеграція табличних характеристик нерухомості з просторовими ознаками міської інфраструктури дозволить не лише підвищити точність прогнозних моделей, а й отримати практично значущі висновки щодо ролі окремих факторів у формуванні вартості житла.

Список використаних джерел

[1] K. Ren, "House Price Prediction Based on Machine Learning Algorithms - Taking Ames as an Example," *Advances in Economics Management and Political Sciences*, vol. 85, no. 1, pp. 181–189, May 2024. doi: 10.54254/2754-1169/85/20240870.

[2] A. Soltani, N. Zali, R. Mirzaei, M. Heydari, A. Rahimi, & A. Hamidi, "Multilevel Impacts of Urban Amenities on Housing Price in Tehran, Iran," *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 149, no. 4, Case Studies, Jul 17, 2023. doi: 10.1061/JUPDDM.UPENG-4434.

[3] E. L. Glaeser, H. Kim, & M. Luca, "Nowcasting Gentrification: Using Yelp Data to Quantify Neighborhood Change," *AEA Papers and Proceedings*, vol. 108, pp. 77–82, 2018. doi: 10.1257/pandp.20181034.

Науковий керівник Полетаєв М.І. д.ф.-м.н., професор

*Д. Є. Кравцов
Аспірант 3 року навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»,
Одеський національний морський університет
e-mail: dmkravtsov@gmail.com*

ВИКОРИСТАННЯ ОЗНАК БЛИЗЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ У РЕГРЕСІЙНИХ ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ ВАРТОСТІ ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ

Сучасні дослідження у сфері оцінки житлової нерухомості дедалі частіше розглядають місто як складну просторову систему, у якій вартість житла формується під впливом не лише індивідуальних характеристик об'єктів, а й рівня доступності міського середовища. Одним із ключових чинників такої доступності є транспортна інфраструктура, що визначає мобільність населення, зв'язок житлових районів із центрами зайнятості та доступ до соціально-економічних сервісів.

Традиційні підходи до моделювання вартості житлової нерухомості зазвичай ґрунтуються на табличних характеристиках об'єктів, таких як площа, кількість кімнат, рік побудови та географічне розташування. Водночас транспортна доступність часто враховується опосередковано або взагалі ігнорується, незважаючи на те, що наявність зупинок громадського транспорту та транспортних вузлів суттєво впливає на привабливість районів і рівень орендної плати [1]. У результаті просторовий контекст міста відображається в моделях неповною мірою.

Окремі дослідження показують, що близькість до транспортних вузлів та зупинок громадського транспорту може виступати важливим фактором формування вартості житла, проте характер цього впливу є неоднорідним і залежить від типу транспорту, щільності мережі та міської структури [2]. Це зумовлює необхідність явного включення транспортних ознак до моделей оцінки вартості нерухомості та аналізу їхнього внеску у прогнозні результати.

У даній роботі досліджується використання ознак близькості транспортних вузлів і зупинок громадського транспорту у задачах моделювання вартості оренди житлової нерухомості на прикладі міста Х'юстон (США). Для аналізу застосовано датасет, що містить інформацію про об'єкти оренди житлової нерухомості, а також геопросторові дані про розташування зупинок громадського транспорту в межах міста. Транспортна мережа Х'юстона розглядається як характерний приклад великого мегаполіса з розвиненою автобусною інфраструктурою та транспортними вузлами різного масштабу.

У межах дослідження було побудовано базову регресійну модель оцінки вартості оренди житлової нерухомості, що враховувала лише табличні характеристики об'єктів, а також оптимізовану модель із використанням ознак близькості зупинок громадського транспорту. Для збагачення датасету було використано дані про 9016 зупинок, на основі яких сформовано просторові ознаки, що описують кількість зупинок у різних радіусах, відстань до найближчої зупинки та середні відстані до кількох найближчих зупинок. Порівняння результатів показало, що інтеграція транспортних ознак дозволяє покращити якість прогнозування порівняно з базовою моделлю, зокрема зменшити середньоквадратичну помилку приблизно на 4–5% та підвищити пояснювальну здатність моделі, що підтверджує інформативність характеристик транспортної доступності у задачах моделювання вартості оренди нерухомості.

З метою урахування просторових факторів базовий набір табличних ознак було збагачено характеристиками, що описують транспортну доступність кожного об'єкта нерухомості. Зокрема, було сформовано такі групи просторових ознак:

- кількість зупинок громадського транспорту у заданих радіусах від об'єкта нерухомості;
- відстань до найближчої зупинки громадського транспорту як показник безпосередньої доступності;
- середні відстані до кількох найближчих зупинок, що характеризують загальну насиченість транспортної мережі району.

Такий підхід дозволяє перейти від використання лише координат розташування об'єктів до більш інформативного опису їхнього оточення, враховуючи структуру міського простору та рівень мобільності мешканців. Для побудови моделей застосовано методи відбору ознак і регресійного моделювання на основі градієнтного бустингу з подальшою оптимізацією гіперпараметрів. Отримані результати показали, що інтеграція транспортних ознак дозволяє підвищити якість прогнозування вартості оренди порівняно з базовою моделлю, що підтверджує інформативність характеристик транспортної доступності.

Аналіз отриманих результатів узгоджується з висновками попередніх досліджень, у яких підкреслюється роль транспортної інфраструктури як одного з ключових елементів міського середовища, що впливає на формування цін на житло [3]. Близькість до транспортних вузлів може розглядатися як узагальнений індикатор зручності розташування, який опосередковано відображає доступ до робочих місць, сервісів і соціальної інфраструктури.

Подібні підходи не обмежуються аналізом зупинок громадського транспорту та можуть бути розширені на інші елементи міської інфраструктури, зокрема станції рейкового транспорту, пересадкові вузли або транспортно-орієнтовані зони розвитку. Урахування ознак транспортної доступності не замінює класичні моделі оцінки вартості нерухомості, а доповнює їх, дозволяючи більш повно відобразити вплив міського середовища на формування орендної ціни. У подальших дослідженнях планується розширення набору просторових ознак та апробація запропонованого підходу на інших містах і регіонах. Основна гіпотеза полягає в тому, що інтеграція табличних характеристик нерухомості з ознаками транспортної інфраструктури дозволить не лише підвищити точність прогнозних моделей, а й отримати практично значущі висновки щодо ролі транспортної доступності у формуванні вартості житла.

Список використаних джерел

- [1] K. Ren, House Price Prediction Based on Machine Learning Algorithms – Taking Ames as an Example, *Advances in Economics Management and Political Sciences*, vol. 85, no. 1, pp. 181–189, 2024. DOI: 10.54254/2754-1169/85/20240870.
- [2] S. Mathur, Impact of Transit Stations on House Prices Across Entire Price Spectrum: A Quantile Regression Approach, *Land Use Policy*, vol. 99, 104828, 2020. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104828.
- [3] Q. Liu, Y. Zhang, Y. Li, Walking Accessibility to the Bus Stop: Does It Affect Housing Rent?, *Land*, vol. 11, no. 6, 860, 2022. DOI: 10.3390/land11060860.

Науковий керівник: Полетаєв М.І., д.ф.-м.н., професор

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАФІКУ ОНЛАЙН-МАГАЗИНУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ЗАМОВЛЕНЬ

В умовах стрімкого розвитку електронної комерції прогнозування попиту та оптимізація бізнес-процесів онлайн-магазинів набувають стратегічного значення. За даними Statista, глобальний обсяг ринку e-commerce у 2025 році перевищив 6,3 трильйони доларів США, при цьому понад 70% компаній відзначають критичну залежність ефективності бізнесу від якості аналітичних прогнозів [1]. Традиційні детерміновані методи прогнозування не здатні адекватно відобразити стохастичну природу споживчої поведінки, що зумовлює актуальність застосування імітаційного моделювання.

Метою дослідження є розробка стохастичної імітаційної моделі трафіку онлайн-магазину на основі методу Монте-Карло для прогнозування кількості замовлень з урахуванням сезонних коливань попиту та випадкового характеру конверсії користувачів.

Метод Монте-Карло належить до класу стохастичних обчислювальних алгоритмів, що базуються на багаторазовому випадковому семплюванні для отримання числових результатів [2]. На відміну від аналітичних моделей, даний підхід не потребує строгих припущень щодо форми розподілу вхідних даних, що забезпечує його універсальність для моделювання систем із високим рівнем невизначеності.

Розроблена модель базується на концепції воронки конверсії та описується системою стохастичних рівнянь. Процес трансформації відвідувачів у покупців формалізовано через два послідовних етапи: додавання товару до кошика та завершення покупки. Математично модель описується співвідношеннями: $K_{cart} = V \times r_{cart}$ та $K_{purchase} = V \times r_{purchase}$, де V — кількість переглядів товарів, r_{cart} та $r_{purchase}$ — випадкові величини коефіцієнтів конверсії, що генеруються відповідно до емпіричного розподілу історичних даних.

Для генерації випадкових значень коефіцієнтів конверсії застосовано нормальний розподіл з параметрами, оціненими на основі історичних даних: $r \sim N(\mu, \sigma^2)$, де μ — середнє значення конверсії за базовий період, σ^2 — дисперсія. Для врахування сезонності введено мультиплікативний коефіцієнт S_t , що модифікує базову інтенсивність трафіку: $V_t = V_{base} \times S_t \times (1 + \epsilon)$, де $\epsilon \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$ — стохастична компонента.

Експериментальне дослідження проведено на датасеті E-Commerce Data з платформи Kaggle, що містить транзакційні дані реального онлайн-магазину. Базовий період калібрування моделі склав 29 днів (листопад), прогнозний період — грудень, що характеризується підвищеною купівельною активністю у передсвятковий сезон. Для кожного прогнозного дня виконано $N = 1000$ ітерацій моделювання методом Монте-Карло з подальшим обчисленням статистичних характеристик розподілу результатів.

Результати моделювання продемонстрували здатність розробленої моделі адекватно відтворювати динаміку замовлень з урахуванням сезонних факторів. Середня відносна похибка прогнозу (MAPE) для тижневих агрегованих значень склала 9,4%, що є прийнятним результатом для задач операційного планування в електронній комерції. Побудовані 95%-ві довірчі інтервали прогнозу дозволяють оцінити діапазон можливих значень замовлень та формують основу для ризик-орієнтованого планування запасів і логістики.

Основна мета розробки програмної реалізації для прогнозування трафіку онлайн-магазину полягала у створенні зручного інструменту для роботи з даними та проведення імітаційних експериментів відповідно до заданих користувачем параметрів. Для цього було обрано мову програмування Python, оскільки вона поєднує простоту програмування, наявність потужних бібліотек для роботи з даними та широкі можливості для створення графічних інтерфейсів.

Перед початком реалізації було сформовано перелік ключових функцій, які має підтримувати система:

- завантаження початкових даних з Excel-файлу;
- попередня перевірка коректності структури даних;
- можливість введення користувачем параметрів моделювання;
- застосування імітаційної моделі (випадкові відсотки корзини та покупок, зміна переглядів);
- відображення проміжних та підсумкових результатів у зручному табличному форматі.

Початкові дані	Імітаційна модель	Підсумки за місяць	Значення	Тип
Обраний файл: трафік магазину.xlsx	Показник		2545625	Фактичні дані
Оберіть файл Excel	Додавання в кошик (факт)		916939	Фактичні дані
	Покупки (факт)		57818999	Фактичні дані
	Перегляди (факт)		6555796	Змодельовані дані
	Додавання в кошик (модель)		3107276	Змодельовані дані
	Покупки (модель)		6360900	Змодельовані дані
	Перегляди (модель)			Змодельовані дані

Рис. 1. – Вікно для перегляду висновків імітації

Таким чином, застосування методу Монте-Карло для імітаційного моделювання трафіку онлайн-магазину забезпечує можливість побудови ймовірнісних прогнозів з урахуванням стохастичної природи споживчої поведінки. Розроблена модель може бути використана для оптимізації маркетингових витрат, планування складських запасів та оцінки навантаження на IT-інфраструктуру в періоди пікового попиту. Перспективами подальших досліджень є інтеграція моделі з методами машинного навчання для автоматичної адаптації параметрів та розширення на багатоканальну атрибуцію конверсій.

Список використаних джерел

1. Kroese D. P., Brereton T., Taimre T., Botev Z. I. Why the Monte Carlo method is so important today. WIREs Computational Statistics. 2014. Vol. 6(6). P. 386–392.
2. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. 5th ed. McGraw-Hill Education, 2015. 800 p.
3. Statista. E-commerce worldwide — Statistics & Facts. 2025. URL: <https://www.statista.com/topics/871/online-shopping> (дата звернення: 10.01.2026).

Науковий керівник: Л.І. Ярмоленко, ст. викладач.

М.М. Зенько
бакалавр, 4-й рік навчання
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАСАЖИРОПОТОКУ

В умовах сучасної урбанізації та стрімкого зростання мобільності населення питання ефективної організації пасажирських перевезень набуває критичного значення. Система громадського транспорту є однією з ключових складових інфраструктури міста, що безпосередньо впливає на економічний розвиток, екологічний стан та соціальний комфорт мешканців.

Розв'язання цієї проблеми вимагає переходу від статичних методів управління до динамічних, заснованих на точному математичному розрахунку та комп'ютерному моделюванні. Використання методів оптимізації дозволяє знайти "золоту середину" між мінімізацією витрат автопарку та забезпеченням належного рівня комфорту для пасажирів. Таким чином, розробка математичної моделі оптимізації пасажиропотоку та створення на її основі інструментарію для підтримки прийняття рішень є актуальним науково-практичним завданням.

Необхідність створення спеціалізованого програмного продукту зумовлена потребою в оперативній обробці вхідних даних та візуалізації результатів моделювання в режимі реального часу. Оскільки пасажиропотік є динамічною величиною, ручний перерахунок параметрів розкладу за формулами, виведеними у першому розділі, є трудомістким процесом, що підвищує ризик виникнення помилок

Вхідними даними для моделювання слугував набір даних (Dataset) «Public Transportation Passenger Counts», отриманий з відкритого репозиторію Kaggle [2]. Дані містять інформацію про кількість пасажирів, місткість транспортних засобів та час відправлення рейсів (Рис. 1).

line_id	stop_id	block_departure	block_arrival	trip_departure	trip_arrival	trip_stop_sum	pattern_index	pattern_departure_index	pattern_end_index	arrival	departure	stop_id_departure	stop_id_end	stop_position	trip_direction	vehicle_seats	passengers
74	167	13740	15180	13740	15180	17	0	0	16	13740	13740	167	565	1	1	25	11
74	52	13740	15180	13740	15180	17	1	0	16	13860	13860	167	565	1	1	25	19
74	54	13740	15180	13740	15180	17	2	0	16	13920	13920	167	565	1	1	30	11
74	55	13740	15180	13740	15180	17	3	0	16	13980	13980	167	565	1	1	25	9
74	56	13740	15180	13740	15180	17	4	0	16	14100	14100	167	565	1	1	25	13
74	57	13740	15180	13740	15180	17	5	0	16	14160	14160	167	565	1	1	30	17
74	58	13740	15180	13740	15180	17	6	0	16	14220	14220	167	565	1	1	25	8
74	557	13740	15180	13740	15180	17	7	0	16	14400	14400	167	565	1	1	30	13
74	559	13740	15180	13740	15180	17	8	0	16	14460	14460	167	565	2	1	30	21

Рис. 1. Вхідні дані по задачі

Для подальшого моделювання використовуємо три ключові параметри: час доби (година), кількість пасажирів, пасажиромісткість транспортного засобу.

Оскільки працювати з "сирими" даними неможливо, було проведено їх агрегацію (групування) за допомогою інструменту «Зведені таблиці» в MS Excel. В результаті агрегації отримали два ключові параметри, необхідні для побудови моделі: параметр попиту (P) та сумарна кількість пасажирів (Sum of passengers), які потребують перевезення в конкретну годину. Це навантаження, яке система повинна витримати.

Розроблена інформаційна система «Auto-dispatcher system pro» являє собою настільний додаток з графічним інтерфейсом користувача. При проектуванні головного вікна було використано принципи модульності та ергономіки, що дозволяє оператору інтуїтивно керувати процесом моделювання без спеціальної підготовки.

Візуально інтерфейс програми розділено на чотири функціональні зони, кожна з яких відповідає за окремий етап взаємодії з системою.

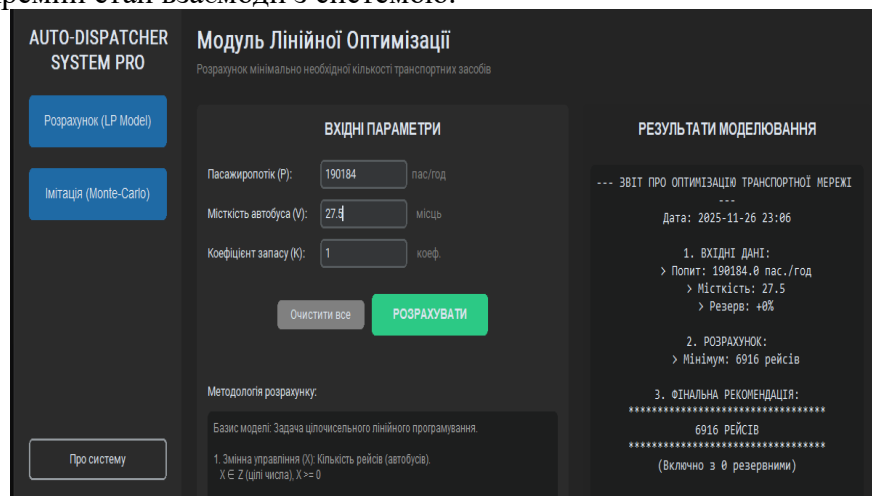


Рис. 2. Головне вікно програми: панель вводу параметрів та генерації звіту Система візуалізує результати стрес-тестування у трьох зонах інтерфейсу:

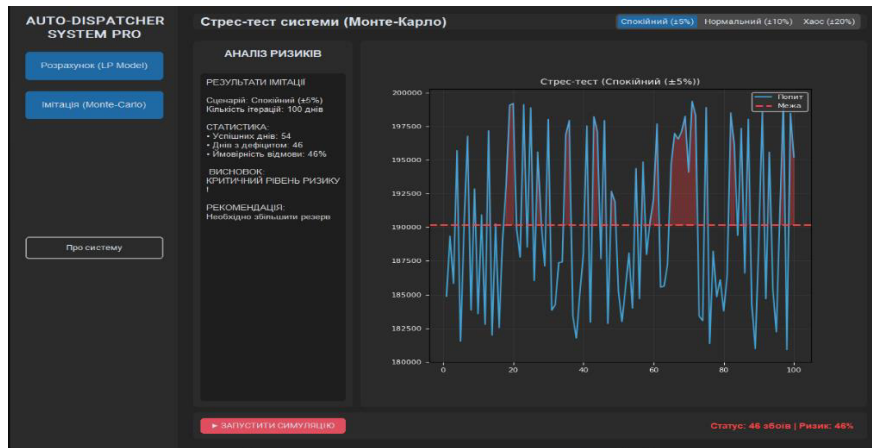


Рис. 3. Графічна візуалізація дефіциту провізної здатності при сценарії $\pm 5\%$

На графіку система чітко ідентифікує проблему: синя лінія (межа попиту) проходить вище червоної заштрихованої лінії запасу місць в транспорті, що червоними фрагментами вказує на незадоволений попит на місця, причому варто звернути увагу, що таке велике коливання майже в 50% відбувається при спокійному природньому коливанні сценарію денного попиту всього в 5 відсотків

У роботі вирішено комплексну задачу підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту. Дослідження дозволило переосмислити підходи до планування перевезень, здійснивши перехід від традиційних статичних методів до адаптивного моделювання.

Проведений аналіз довів неспроможність "інтуїтивного" підходу до диспетчеризації в умовах сучасного мегаполісу. Виявлена критична невідповідність між реальним попитом і наявним розкладом (зони дефіциту та надлишку) свідчить про те, що транспортна система потребує управління на основі даних. Розроблена модель дозволяє трансформувати хаотичні потоки "сирих" даних у чіткі управлінські рішення.

У роботі успішно апробовано комбінацію двох математичних підходів, які зазвичай використовуються окремо:

- Лінійна оптимізація дозволила визначити економічний фундамент — "точку безбитковості" (мінімально необхідну кількість ресурсів).
- Імітаційне моделювання (Монте-Карло) виступило інструментом аудиту ризиків.

Саме поєднання цих методів дозволило виявити приховану проблему: математично точний розклад є нежиттєздатним у реальних умовах без введення страхових резервів.

Дослідження показало, що стратегія максимальної економії ресурсів (робота "впритул" до попиту) призводить до колапсу системи при найменших коливаннях навантаження (ризик збою понад 50%).

Створений програмний комплекс є не просто калькулятором, а повноцінною системою підтримки прийняття рішень (DSS), яка змінює робоче місце диспетчера.

Реалізація сучасного графічного інтерфейсу та візуалізації ризиків дозволяє знизити поріг входження для персоналу. Програма автоматизує рутинні розрахунки, звільняючи час диспетчера для вирішення нестандартних ситуацій, та мінімізує вплив людського фактору на безпеку перевезень.

Впровадження запропонованих рішень (динамічний графік + резерв) дозволяє досягти зменшення соціальної напруги в години пік (ліквідація черг) та раціоналізацію витрат у міжпіковий період (економія палива та ресурсу техніки), коли модель рекомендує скорочення випуску.

Розроблена методологія та програмне забезпечення не прив'язані до конкретного маршруту. Таким чином, робота демонструє, як застосування сучасних ІТ-технологій та математичного моделювання здатне вирішувати реальні інфраструктурні проблеми, перетворюючи транспортну систему з джерела проблем на надійний сервіс.

Список використаних джерел

1. Статистика пасажиропотоку громадського транспорту. Kaggle. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/ifuurh/public-transportation-passenger-counts/data>
2. Детерміноване моделювання, його зміст, завдання та аналітичні можливості. Studfile. Київський національний торгово-економічний університет. URL: <https://studfile.net/preview/7773878/page:3>
3. Теорія систем масового обслуговування. Луцький національний технічний університет. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ЕНП
4. Імітаційне моделювання та моделювання систем. автор ОГ ЗІНОВ'ЄВА. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. URL: http://www.tsatu.edu.ua/kn/wp-content/uploads/sites/16/posibnik_imms_print1.pdf
5. Оптимізаційні методи і моделі. автор В.О. Єсіна. ХНУМГ ім. О.М.Бекетова. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/42233/1/2013%20печ.%2079%20Л%20КЛ.pdf>
6. Маккіні В. Python для аналізу даних. Обробка даних за допомогою Pandas, NumPy і IPython. Київ: Наш Формат, 2023. 544 с.
7. Зумштейн Ф. Python для Excel: сучасне середовище для автоматизації та аналізу даних. Київ: O'Reilly Media / діалектика, 2023. 336 с.

Науковий керівник: Л.І. Ярмоленко, старший викладач

Д.О. Тооде
магістр, 1-й рік навчання
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ОБ'ЄМУ ПОСТАЧАННЯ ПРОДУКЦІЇ

Імітаційне моделювання є важливим інструментом, який дозволяє ефективно аналізувати різні системи та процеси, що відбуваються в реальному світі. Це особливо актуально для сфер, де точні математичні моделі можуть бути занадто складними або неповними для адекватного передбачення результатів. Одним з найбільш важливих аспектів, для яких застосовується імітаційне моделювання, є оптимізація процесів постачання продукції. Постачання є ключовим етапом у багатьох виробничих та торгових процесах, і правильний вибір оптимального обсягу постачання може значно вплинути на ефективність діяльності підприємства.

Важливою частиною процесу моделювання є вибір і налаштування параметрів моделі. Серед таких параметрів можна виділити кількість постачань, рівень попиту, витрати на зберігання, штрафи за дефіцит продукції та багато інших. Кожен з цих параметрів може значно вплинути на результат моделювання та, відповідно, на вибір оптимального варіанту постачання.

Розробка оптимального варіанту обсягу постачання продукції є важливим завданням для будь-якого підприємства, яке прагне ефективно управляти своїми ресурсами та забезпечити сталий розвиток.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє здійснити імітаційне моделювання постачань, враховуючи різноманітні параметри, такі як вартість одиниці продукції, витрати на зберігання та дефіцит, а також попит на продукцію, який може змінюватися в межах заданого діапазону. Окрім того, користувач має можливість вибору різних варіантів попиту — від рандомно згенерованих до власних даних, що дає змогу отримати більш точні і релевантні результати.

Завдяки наявності графічних відображень та можливості експорту результатів у форматі MS Excel, користувач може детально проаналізувати результати симуляції, оцінити вплив різних параметрів на загальні витрати і зробити висновки щодо оптимального обсягу постачання продукції. Таким чином, завдяки розробленому інструменту, підприємства можуть приймати

обґрунтовані рішення щодо обсягу постачання, що забезпечить найкращі економічні результати та мінімізує ризики, пов'язані з неефективним управлінням запасами.

Для вирішення задачі розробки оптимального варіанту об'єму постачання продукції було обрано імітаційно-оптимізаційну модель, яка дозволяє одночасно врахувати як математичні залежності між ключовими змінними, так і динаміку змін у системі внаслідок випадкових або зовнішніх впливів. Такий підхід дає змогу змоделювати реальні процеси управління постачанням у виробничих чи торговельних структурах з високою точністю та адаптивністю.

Основна мета модельного експерименту — визначити оптимальний обсяг постачання на основі введених даних про попит, витрати, запаси та можливості постачальника. Для реалізації моделі використано мову програмування Python, яка забезпечує зручність роботи з даними, можливість створення графічного інтерфейсу та ефективну реалізацію імітаційних алгоритмів.

Усі ці параметри зберігаються у внутрішніх змінних програми для подальшої обробки.

Інтерфейс користувача проєктованої системи реалізовано за допомогою мови програмування Python з використанням бібліотек Tkinter для створення графічного інтерфейсу, Matplotlib для побудови графіків, а також Pandas для експорту даних у формат Excel.

Користувач має змогу ввести вхідні параметри (рис. 1).

Програму протестовано в середовищі Python 3.10 під операційними системами Windows 10 і Ubuntu 22.04.

Тестування охоплювало такі аспекти:

- Поведінка програми при крайових значеннях (наприклад, нульовий попит або надмірно великі значення).
- Стабільність виводу графіків після багаторазових запусків.
- Експорт у файл з неприпустимим ім'ям або при відкритому Excel-файлі.

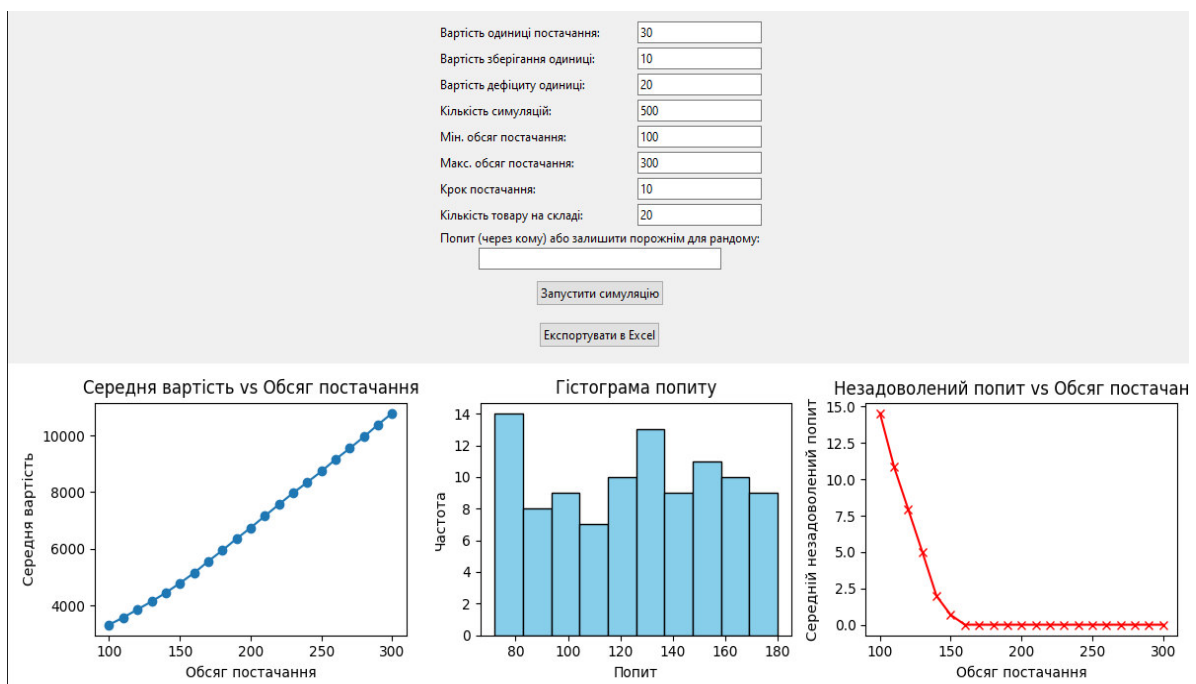


Рис. 1. Інтерфейс програми моделі постачання

Інтерфейс інформаційної системи побудований інтуїтивно та дозволяє користувачу швидко налаштувати параметри моделювання, отримати візуальний результат і за потреби зберегти дані для подальшого аналізу. Вся необхідна інформація структуровано в графіках і таблицях, що забезпечує зручність у прийнятті рішень щодо оптимізації процесів постачання.

Елементи програмної реалізації демонструють гнучку та надійну архітектуру системи. Всі функції взаємодіють у межах єдиної логіки, забезпечуючи коректну обробку симуляцій, зручний інтерфейс для користувача та можливість збереження результатів у форматі Excel. Система легко адаптується для розширення — наприклад, додавання нових типів розподілів попиту, параметрів витрат чи методів оптимізації.

Розроблений програмний засіб є ефективним інструментом для моделювання, аналізу та візуалізації процесів постачання в умовах невизначеності.

Створена система демонструє приклад успішного застосування математичного моделювання та комп'ютерних технологій для вирішення прикладної задачі в сфері управління постачанням.

У перспективі розроблену програму можна розширити у напрямку побудови інтелектуальної підсистеми, яка не лише проводить симуляцію, а й надає рекомендації на основі попереднього досвіду (машинне навчання, оптимізаційні алгоритми). Це дозволить підвищити ефективність прийняття управлінських рішень у реальному бізнес-середовищі.

Список використаних джерел

1. Хома С. І. Оптимізація у часі: динамічне програмування. — Тернопіль, 2020.
2. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі. Підручник. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. 2019. – 400 с.
3. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. - 2nd ed. - Springer, 2021.
4. Дьяконова І. С. Імітаційне моделювання логістичних систем. — Київ, 2019.
5. [Python Documentation \(офіційна документація\)](#)

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к. е. н., доц.

СЕКЦІЯ: ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА

Є.С. Павлюк
*здобувач ступеня освіти доктора філософії,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси*

СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВИХ РИЗИКІВ

У сучасних умовах поширення меж цифровізації на теренах національних економік країн світу, забезпечення інформаційної безпеки підприємств перестає бути суто технічною функцією організації кіберзахисту їх цифрових ресурсів від сторонніх втручань, і набуває рис справжнього повноцінного стратегічного напрямку забезпечення економічного захисту бізнесу та орієнтиру його розвитку. Складність управління інформаційною безпекою на рівні мідл і топ-менеджменту компанії пояснюється тим, що з одного боку така діяльність пов'язана з протидією ризикам безпосередньо у цифровому просторі ведення бізнесу, що вимагає високого рівня знань і навиків від управлінського та виконавчого персоналу, з іншого ж боку, інформаційна безпека – це складова іміджевої політики підприємства, засіб трансляції стейкхолдерам меседжу щодо відкритості та готовності підприємства до співпраці, засобом посилення його впливу у цифровому інформаційному просторі, демонстрація вміння працювати з інформацією та захищати дані (що у свою чергу є важливою конкурентною перевагою на діджитал-ринку), інструментом маркетингової політики, спрямованим на розширення споживацької аудиторії і підвищення лояльності клієнтів та додатковим аргументом для проактивної роботи з інвесторами задля отримання вигідних проєктів для співпраці. Таким чином, управління інформаційною безпекою в умовах цифровізації стає складним комплексним механізмом, пов'язаним із комунікаціями, пошуком і використанням інформації у різних форматах, технологічними прийомами аналізу та контролю доступу до даних, здатністю приймати рішення щодо повної або часткової інформаційної відкритості ведення бізнесу, тощо.

Вітчизняними вченими питання управління інформаційною безпекою з позиції стратегічного менеджменту розглядалось у різних контекстах. Наприклад, Галахов Є. М., Барабаш О. В. досліджують стратегічні пріоритети системи інформаційної безпеки підприємства, що залучає фріланс-ресурс [1], Нехай В. у фокусі уваги тримає інформаційно-аналітичне забезпечення управління фінансово-економічною безпекою сільськогосподарських підприємств на основі стратегії Cyber Situation Awareness [2], Храпкін О. уточнює та узагальнює сучасні підходи та виклики стратегічного управління інформаційною безпекою підприємства [3], а Чубаєвський В. І. визначає стратегічні орієнтири формування корпоративної політики інформаційної безпеки [4]. Таким чином, у межах науки управління проблематика управління інформаційною безпекою визнається одним із актуальних і сучасних напрямів досліджень. Однак, якщо підприємство прагне інтегруватись у цифровий економічний простір, вирішувати поставлене управлінська завдання доводиться одразу у двох площинах – традиційній та цифровій, кожна з яких має власні джерела виникнення ризиків для повноти, якості та захищеності інформаційних ресурсів суб'єктів господарської діяльності.

Галахов Є. М., Барабаш О. В. виділяють три ключові блоки бізнес-процесів підприємства, що пов'язані з його інформаційною безпекою як на стратегічному, так і на тактичному та оперативному рівнях менеджменту: бізнес-процеси, які опосередковуються он-лайн каналами комунікації між учасниками економічних відносин; бізнес-процеси підприємства, які включають оф-лайн канали комунікації, бізнес-процеси підприємства, що стосуються внутрішньої діяльності [1, с.30-31]. Для існування кожного з цих блоків притаманними є цифрові ризики – спотворення цифрових даних, несанкціонований віддалений доступ до них, викрадення, використання з корисливою метою, оприлюднення на цифрових платформах і у каналах без належного дозволу, обробки, поширення неправдивої інформації про підприємство, його клієнтів, персонал, партнерів, затримки повідомлень, що мають короткочасну інформаційну цінність і є суттєвими для прийняття своєчасних управлінських рішень, тощо.

Інформація стає найважливішим стратегічним ресурсом будь-якого підприємства, її формування та споживання, стає важливою основою ефективного функціонування і розвитку різних сфер суспільної та економічної діяльності [2, с.240]. Стратегічним орієнтиром управління інформаційною безпекою підприємства під впливом цифрових ризиків має стати досягнення максимально можливого рівня якості інформації, що оцінюється її повнотою, релевантністю, зрозумілістю.

Таким чином, комплексна система інформаційної безпеки підприємства має включати в себе як тактичні аспекти інформаційного захисту (експрес-аудит інформаційних загроз підприємства), так і стратегічні пріоритети, що відображає інформаційна політика та інформаційна стратегія підприємства [1, с.35]. Тобто, інформаційна безпека трансформується від комплексу завдань, виконанням яких фахівці з ІТ у компаніях мали забезпечити захист її ресурсів від кібервтручань, до стратегічного пріоритету топ-менеджменту, причому чим більш технологічною є компанія, тим вищого порядку стає цей пріоритет.

Крім якості інформації, якою послуговується управлінський персонал для визначення стратегічного курсу розвитку підприємства та яку застосовує у якості інформаційного ресурсу для виконання поточних завдань, стратегічними орієнтирами управління інформаційною безпекою компанії має стати побудова такої системи протидії цифровим і аналоговим ризикам, яка гарантуватиме конфіденційність даних, їх цілісність та доступність [3, с.88]. Останній параметр повинен передбачати запровадження практики контролю доступу до інформації, комплексної перевірки суб'єктів, які її використовують та сигналізування про факти спроб стороннього втручання у інформаційні ресурси, особливо такі, що містять відомості категорії обмеженого доступу, наприклад, особисті дані працівників або клієнтів підприємства.

Для того, аби формалізувати правила забезпечення інформаційної безпеки, вивести їх із категорії побажань у площину стратегічних орієнтирів функціонування бізнесу, менеджментом компанії може бути затверджено документ - політику інформаційної безпеки підприємства, який стане важливим елементом корпоративного управління і ґрунтуватиметься на стратегічних вимогах, які існують щодо управління ризиками в організації. Як вважає Чубаєвський В. І., стратегічні зміни, зумовлені впровадженням інформаційних технологій та формуванням єдиного цифрового корпоративного бізнес-простору, спричинили стійку потребу у трансформації підходів до розроблення методичних засад використання підприємствами корпоративних політик інформаційної безпеки, які б ураховували динаміку стратегічних змін напрямів їх діяльності [4, с.28]. Отже, управління інформаційною безпекою суб'єкта господарювання має бути частиною його генеральної стратегії, спрямованої на протидію інформаційним і цифровим ризикам і їх негативному впливу на цілісність і результативність використання корпоративних ресурсів.

Сучасні тенденції реалізації фінансово-господарських процесів змінюють механізми організації системи інформаційної безпеки та підходи до управління нею. Зокрема, популярності набуває принцип нульової довіри (Zero Trust), суть якого криється у припущенні, що жоден користувач корпоративної інформаційної мережі або пристрій, який перебуває у цифровій екосистемі підприємства, не може вважатися безпечним та таким, що не потребує додаткової перевірки під час доступу до даних. Тому стратегія управління інформаційною безпекою має бути спрямована на те, щоб кожна спроба доступу до інформації була верифікована та підтверджена. Іншим важливим стратегічним аспектом у площині інформаційної безпеки є здатність до швидкого відновлення інформації після її втрати та побудова систем альтернативного доступу до інформації у випадку, коли основний канал доступу до відомостей обмежений через блекаути, відсутність інтернету, руйнування мереж внаслідок ворожих атак.

Список використаних джерел

1. Галахов Є. М., Барабаш О. В. Стратегічні пріоритети системи інформаційної безпеки підприємства, що залучає фріланс-ресурс. *Сучасний захист інформації*. 2019. № 3. С. 30-35.
2. Нехай В., Нехай В. Інформаційно-аналітичне забезпечення управління фінансово-економічною безпекою сільськогосподарських підприємств на основі стратегії Cyber Situation Awareness. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2020. № 1. С. 238-247.

3. Храпкін О. Стратегічне управління інформаційною безпекою підприємства: сучасні підходи та виклики. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2023. № 4. С. 86-94.

4. Чубаєвський В. І. Стратегічні орієнтири формування корпоративної політики інформаційної безпеки. *Причорноморські економічні студії*. 2021. Вип. 72(2). С. 24-30.

М.О. Трандафілов
бакалавр, 4-рік навчання,
спеціальність 125 «Кібербезпека»
Є.О. Бурлак
бакалавр, 4-рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КРАПКИ ДОСТУПУ В БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ, ЩО ПОБУДОВАНА ЗА ПРОТОКОЛОМ 802.11

Розглянуто задачу оцінювання якості бездротових точок доступу стандарту IEEE 802.11 в умовах неоднорідного радіоефіру, динамічного навантаження та обмежених можливостей мобільних платформ. Показано, що існуючі мобільні застосунки для аналізу Wi-Fi мереж, як правило, ґрунтуються на обмеженому наборі параметрів і не забезпечують комплексної оцінки реальної якості бездротового з'єднання. Запропоновано алгоритм інтегрального оцінювання якості точки доступу, орієнтований на реалізацію на платформах Android та iOS без використання привілейованого доступу. Алгоритм базується на нормалізації та зваженому об'єднанні радіотехнічних і мережевих показників, зокрема рівня сигналу, швидкості фізичного рівня, затримки, втрат пакетів, джитеру, рівня завад і стабільності каналу. Введено механізм класифікації якості точки доступу та модуль формування рекомендацій для покращення параметрів з'єднання. Запропонований підхід дозволяє підвищити об'єктивність оцінювання стану бездротової мережі та може бути використаний у мобільних системах моніторингу, оптимізації та керування Wi-Fi з'єднаннями.

Ключові слова. бездротова мережа, IEEE 802.11, точка доступу, оцінювання якості, Wi-Fi, мобільні застосунки, інтегральна метрика, RSSI, завади, затримка.

Вступ.

Стрімкий розвиток бездротових мереж стандарту IEEE 802.11 та зростання кількості мобільних і вбудованих пристроїв зумовлюють підвищені вимоги до якості обслуговування, надійності передавання даних і стійкості мереж до завад та перевантажень. У реальних умовах експлуатації бездротових мереж користувачі часто стикаються з проблемами нестабільного з'єднання, зниження пропускну здатності та збільшення затримок, що пов'язано з неоднорідністю радіоефіру, взаємними завадами між точками доступу, динамічною зміною навантаження та мобільністю клієнтів.

Особливої актуальності набуває задача об'єктивного оцінювання якості точки доступу, яка використовується для прийняття рішень щодо вибору оптимального вузла підключення, балансування навантаження, планування мережі та забезпечення інформаційної безпеки. Традиційні підходи, що базуються лише на рівні сигналу або співвідношенні сигнал/шум, не завжди адекватно відображають реальний стан мережі та якість сервісу для кінцевого користувача [1,2].

Існуючі мобільні застосунки для аналізу якості Wi-Fi точок доступу мають суттєві обмеження: вони часто обмежуються базовими показниками, не враховують комплексні мережеві метрики, залежні від програмного забезпечення платформи, не забезпечують повноцінної оцінки завад та не пропонують автоматизованих рекомендацій. Це створює потребу в більш просунутих алгоритмах оцінки якості, інтегрованих у нові рішення, які враховують комплекс факторів, впливаючих на реальну якість бездротового зв'язку [3,4].

У зв'язку з цим актуальним є розроблення алгоритмів оцінювання якості точки доступу в бездротовій мережі стандарту 802.11, які враховують сукупність радіотехнічних, мережевих і експлуатаційних параметрів та дозволяють отримати інтегральну характеристику її функціонування.

Метою наукової публікації є розроблення алгоритму оцінювання якості точки доступу в бездротовій мережі, побудованій за протоколом IEEE 802.11, на основі комплексного аналізу параметрів радіоканалу та мережевих характеристик, а також дослідження його ефективності для підвищення надійності та якості обслуговування бездротових з'єднань.

Розглянемо алгоритм оцінювання якості бездротової точки доступу, спеціально орієнтований на реалізацію на мобільних платформах (Android / iOS) та розроблений з урахуванням виявлених недоліків існуючих застосунків таких як обмежені API, фокусування лише на RSSI, відсутності комплексної оцінки, завад тощо.

Сформулюємо вимоги до вхідних даних. Алгоритм буде використовувати лише ті параметри, які доступні на мобільних платформах без root-доступу:

- 1) RSSI (рівень прийнятого сигналу);
- 2) частотний діапазон (2.4 / 5 / 6 ГГц — за наявності);
- 3) номер каналу та ширина каналу;
- 4) тип захисту (WPA2 / WPA3 тощо);
- 5) РНУ-швидкість (link speed);
- 6) MAC-адреса точки доступу (BSSID);
- 7) результати активних вимірювань:
 - RTT (затримка);
 - PL (Packet Loss - втрати пакетів);
 - Jitter (варіація затримки).

Крок 1. Попередня нормалізація параметрів.

Кожен параметр приводиться до нормованого вигляду у діапазоні [0;1]:

- якість сигналу $Q_{RSSI} = \frac{RSSI - RSSI_{min}}{RSSI_{max} - RSSI_{min}}$;
- затримка $Q_{delay} = 1 - \frac{RTT}{RTT_{max}}$;
- втрати пакетів $Q_{loss} = 1 - PL$;
- РНУ-швидкість $Q_{rate} = R / R_{max}$.

Крок 2. Оцінювання рівня завад (інтерференції):

- а) підраховується кількість сусідніх мереж на тому же і сумісних каналах;
- б) визначається індекс завад $I_{int} = \frac{N_{same} + 0.5 \cdot N_{adj}}{N_{max}}$;
- в) формується коефіцієнт завад $Q_{int} = 1 - I_{int}$;

Крок 3. Оцінювання стабільності каналу Q_{stab} .

Проводиться серія вимірювань у часі (наприклад, протягом 5–10 секунд):

- обчислюється дисперсія RSSI;
- обчислюється jitter

$$Q_{stab} = 1 - \frac{\sigma_{RSSI} + Jitter}{S_{max}}$$

Крок 4. Комплексна інтегральна оцінка якості

Формується зважена інтегральна метрика якості точки доступу:

$$Q_{AP} = \omega_1 Q_{RSSI} + \omega_2 Q_{rate} + \omega_3 Q_{delay} + \omega_4 Q_{loss} + \omega_5 Q_{int} + \omega_6 Q_{stab}$$

де ω_i – вагові коефіцієнти (налаштовуються під сценарій):

- VoIP – більша вага затримки та jitter;
- Відео – швидкість і стабільність;
- IoT – стабільність і втрати.

Крок 5. Класифікація якості точки доступу:

Значення Q_{AP}	Якість
0.85 – 1.00	Відмінна
0.70 – 0.85	Добра
0.50 – 0.70	Задовільна
0.30 – 0.50	Низька
< 0.30	Непридатна до використання

Крок 6. Формування рекомендацій (інтелектуальний модуль) реалізується через порівняння часткових коефіцієнтів Q_i :

- змінити канал;
- перейти на інший діапазон;
- обрати іншу точку доступу;
- зменшити навантаження.

Запропонований алгоритм адаптований до обмежень мобільних ОС так як не потребує доступу до MAC-рівня, не використовує спектральний аналіз, базується на активних вимірюваннях та статистиці може бути реалізований як на платформах Android так і на IOS.

Висновки

У роботі обґрунтовано актуальність задачі об'єктивного оцінювання якості бездротових точок доступу стандарту IEEE 802.11 в умовах щільного радіоефіру, мобільності користувачів та обмежень сучасних мобільних платформ. Показано, що традиційні підходи, які базуються переважно на рівні сигналу або співвідношенні сигнал/шум, не забезпечують адекватного відображення реальної якості бездротового з'єднання та не враховують вплив завад, навантаження і динамічних мережевих параметрів.

Проаналізовано недоліки існуючих мобільних застосунків для аналізу Wi-Fi мереж, зокрема обмеженість доступних API, орієнтацію лише на RSSI, відсутність інтегральних показників якості та автоматизованих рекомендацій для користувача. На основі цього сформульовано вимоги до алгоритму оцінювання якості точки доступу, придатного для реалізації на мобільних платформах без використання привілейованого доступу.

Список використаних джерел

1. Wu, B.; Funabiki, N.; Kong, D.; Wang, X.; Seto, T.; Fan, Y.-C. An Enhanced Active Access-Point Configuration Algorithm Using the Throughput Request Satisfaction Method for an Energy-Efficient Wireless Local-Area Network. *Symmetry* 2024, 16, 1005. <https://doi.org/10.3390/sym16081005>
2. Huawei. *Understanding WLAN QoS* [Wireless Access Controller (AC and Fit AP) V200R019C00 CLI-based Configuration Guide] URL: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100096325/50999c6e/understanding-wlan-qos>
3. Mohd Ali, A., Dhimish, M., Alsmadi, M.M. et al. An Algorithmic Approach to Identify the Optimum Network Architecture and WLAN Protocol for VoIP Application. *Wireless Pers Commun* 119, 3013–3035 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08383-6>
4. Weng Z., Xie Z., Qin H. QoS-Guaranteed AP Selection Algorithm in Dense IEEE 802.11 WLANs. *Communications and Networking, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences*, 2021, pp.434-443. DOI:10.1007/978-3-030-67720-6_30

Наукові керівники: А. В. Садченко, к. т. н, доц., О. А. Кушніренко, ст. викладач

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

Цифрова економіка - є однією з ключових тенденцій розвитку сучасної економіки, тобто формується нова модель господарювання. Активне застосування цифрових та інформаційних технологій призводить до змін у всіх сферах економічного сектора та суспільного життя, через що підвищується ефективність функціонування підприємств та спроможність до конкуренції національних економік.

У науковій літературі поняття “цифрова економіка” пояснюється по-різному, однак велика частина дослідників вважають, що її основа є дані, цифрові технології та онлайн взаємодія між суб'єктами економік. Варто зауважити, що підходи до визначення даного терміну постійно трансформуються відповідно до появи нових технологічних рішень.

Інформація стає значним економічним ресурсом в умовах цифровізації інформації, а мережа інтернет - основним середовищем для економічної взаємодії. Але зі зростанням обсягів цифрових даних та онлайн операцій, актуалізується проблема забезпечення інформаційної безпеки.

Інформаційна безпека в цифровій економіці розглядається як комплексний та безперервний процес, який охоплює керування активами, ризиками, вразливостями та винятків в інформаційних системах. Ця система технологій, процесів, практик і політик, забезпечує захист інформаційних активів від кібератак, несанкціонованого доступу, витоків, втрат, крадіжок та внутрішніх загроз.

Основні об'єкти захисту в умовах цифрової економіки є інформаційні ресурси, інформаційні технології, цифрові технології та бази збереження даних, які є основою для цього типу економіки. Від надійності цих об'єктів економіки залежить стабільність економічної діяльності.

Загрози та вразливості інформаційних систем створюють великі ризики для функціонування цифрової економіки, через це вона потребує їх постійного виявлення, оцінювання та контролю. Така необхідність зумовлена постійною еволюцією методів кіберзлочинності. Забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації є необхідною умовою для ефективної взаємодії суб'єктів цифрової економіки. Саме ці три компоненти складають класичну тріаду безпеки, на якій базується стабільність цифрових систем.

Повне усунення ризиків у цифровому середовищі є неможливим, тому важливого значення набуває керування та аналіз всіх можливих ризиків з урахуванням економічної доцільності. Особливої уваги потребує забезпечення інформаційної безпеки в малому та середньому бізнесі, який активно інтегрується в цифрову економіку. Такі підприємства часто використовують онлайн-платформи, хмарні сервіси та цифрові інструменти, але вони не завжди мають достатні ресурси для комплексного та надійного захисту інформації. Водночас навіть незначні порушення безпеки можуть мати для них серйозні економічні наслідки, це підкреслює необхідність впровадження заходів інформаційної безпеки.

Крім того, ефективна інформаційна безпека сприяє підвищенню рівня довіри між всіма сторонами цифрової економіки, через що створюються сприятливі умови для стабільного та стрімкого розвитку ринку цифрових товарів і послуг.

Варто також зауважити, що інформаційна безпека охоплює не тільки суто ІТ-системи, але й усі інформаційні активи: дані сторін, фінансові звіти, комерційну таємницю, патенти, логістику, документообіг та службове листування. Отже, захисту підлягає весь інформаційний ландшафт організації.

Це вказує на те, що прогалини в безпеці можуть нести реальну загрозу цифровим економікам будь-якого розміру, навіть тим, що мають великі бюджети та продуманий кіберзахист. Жодна організація не може вважати себе у повній безпеці без постійної адаптації до нових викликів.

Принципи інформаційної безпеки економіки це: конфіденційність, цілісність, доступність, принцип мінімальних привілеїв, моніторинг активності користувачів, багаторівневий захист, навчання персоналу, відмовостійкість, системність та регулярний аудит усіх проблем. Кожен з перелічених принципів відіграє свою роль у створенні стійкої екосистеми.

Етапи забезпечення інформаційної безпеки:

- Оцінка поточного рівня безпеки (аудит всіх інформаційних систем, аналіз мережі та можливість вразливостей);
- Створення політики інформаційної безпеки (правила доступу, класифікація даних, реагування та інциденти);
- Впровадження технологій та систем захисту (антивіруси, перехоплювачі, шифрування та бекапи);
- Організаційні заходи (навчання команди, чіткий розподіл ролей, моніторинг та тестування планів відновлення);
- Регулярний моніторинг і покращення системи безпеки (аудити, тести на проникнення, оновлення політик та технологій).

Інформаційна безпека є важливим елементом сталого розвитку цифрової економіки, оскільки забезпечує безперервність економічних процесів та захист інтересів усіх учасників цифрового середовища. Надійна архітектура систем гарантує мінімізацію втрат від простоїв та збоїв. Надійні інформаційні системи створюють умови для довгострокового функціонування цифрових платформ, підвищення інвестиційної привабливості та розвитку інновацій.

У перспективі роль інформаційної безпеки в цифровій економіці буде лише зростати.

Збільшення обсягів даних, розвиток онлайн-сервісів та розширення цифрової взаємодії між суб'єктами економіки потребують постійного вдосконалення підходів до захисту інформації.

Сьогодні можна спостерігати перехід до автоматизованих систем захисту на основі штучного інтелекту. Інформаційна безпека поступово перетворюється з допоміжного елементу на один із ключових факторів економічного розвитку, що забезпечує стабільність, надійність та довгострокове функціонування цифрової економіки.

Таким чином, успішна розбудова інформаційної безпеки в цифровій економіці потребує стратегічного планування, регулярного моніторингу та постійного вдосконалення систем і мереж. Зважаючи на те, що внутрішні та зовнішні загрози можуть виникнути в будь-який момент, активне запобігання інцидентам та глибокий аналіз проблем стають ключовими факторами виживання в сучасну цифрову епоху.

Список використаних джерел

1. Баранов О. А. Правове забезпечення інформаційної сфери: теорія, методологія і практика: монографія / О.А. Баранов. - Київ: Едельвейс, 2014. - 497 с.
2. Вишня В. Б. Основи інформаційної безпеки : навч. посібник / В. Б. Вишня, О. С. Гавриш, Е. В. Рижков. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутріш. справ, 2020. 128 с.
3. Голобородько А.Ю., Гусєва О.Ю., Легомінова С.В. Цифрова економіка: підруч. / А.Ю. Голобородько, О.Ю.Гусєва, С.В. Легомінова, Київ: Видавництво ДУТ, 2020. 400 с.
4. Дудикевич, В. Б. Основи інформаційної безпеки : навч. пос. / Дудикевич В. Б., Хорошко В. О., Яремчук Ю. Є. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 316 с.
5. Потужна Марія Інформаційна безпека підприємства: що це та як її забезпечити. <https://netwave.ua/blog/informacijna-bezpeka-pidpriyemstva-sho-ce/>
6. Т.М. Мужанова. «Інформаційна безпека держави». - 2019.

Науковий керівник: Л.Я Мартинович, старший викладач

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ КОРПОРАТИВНОЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ

У роботі розглянуто задачу оцінювання рівня безпеки корпоративної бездротової мережі стандарту IEEE 802.11 в умовах зростання кількості бездротових пристроїв, ускладнення архітектури мереж та підвищення вимог до захисту інформації. Показано, що існуючі підходи до оцінки безпеки Wi-Fi мереж, як правило, орієнтовані на окремі аспекти захисту або потребують спеціалізованих апаратно-програмних засобів, що обмежує їх практичне застосування.

Запропоновано алгоритм інтегрального оцінювання рівня безпеки корпоративної бездротової мережі, який базується на комплексному аналізі криптографічних, конфігураційних, радіотехнічних, експлуатаційних та організаційних параметрів. Алгоритм передбачає нормалізацію часткових показників, формування зваженої узагальненої метрики та класифікацію рівня безпеки мережі з можливістю генерації рекомендацій щодо підвищення захищеності. Запропонований підхід дозволяє отримати об'єктивну оцінку стану безпеки бездротової мережі та може бути використаний для моніторингу, аудиту і прийняття управлінських рішень у корпоративних інформаційно-телекомунікаційних системах.

Ключові слова: корпоративна бездротова мережа, IEEE 802.11, інформаційна безпека, оцінювання рівня безпеки, Wi-Fi, інтегральна метрика, криптографічний захист, завади, несанкціонований доступ, аудит безпеки.

Вступ.

Активне впровадження корпоративних бездротових мереж стандартів IEEE 802.11 у діяльність організацій різних галузей зумовлене їх мобільністю, масштабованістю та зручністю доступу до інформаційних ресурсів. Разом із тим передавання даних радіоканалом суттєво підвищує ризики порушення конфіденційності, цілісності та доступності інформації порівняно з провідними мережами. Корпоративні бездротові мережі є привабливою ціллю для зловмисників через відкриту природу радіоефіру, складність контролю зони покриття та наявність великої кількості користувачських пристроїв.

На практиці рівень безпеки корпоративної бездротової мережі формується під впливом сукупності технічних, програмних та організаційних чинників, зокрема застосовуваних механізмів автентифікації та шифрування, політик доступу, конфігурації точок доступу, стану клієнтських пристроїв і наявності засобів моніторингу та виявлення атак [1]. Водночас оцінювання безпеки часто зводиться до перевірки окремих параметрів або відповідності формальним вимогам стандартів [2], що не дозволяє отримати об'єктивну інтегральну картину захищеності мережі.

Існуючі підходи та програмні засоби аудиту безпеки бездротових мереж, як правило, орієнтовані на виявлення окремих вразливостей або потребують спеціалізованого обладнання і привілейованого доступу [3,4]. Це ускладнює їх використання для регулярного контролю стану безпеки в корпоративному середовищі та не забезпечує кількісної оцінки рівня ризику. У зв'язку з цим актуальним є розроблення алгоритмів оцінювання рівня безпеки корпоративної бездротової мережі, які враховують комплекс взаємопов'язаних параметрів і дозволяють формувати інтегральну показникову оцінку її захищеності.

Метою наукової публікації є розроблення алгоритму оцінювання рівня безпеки корпоративної бездротової мережі на основі комплексного аналізу параметрів автентифікації, шифрування, конфігурації точок доступу, мережеских політик та потенційних загроз, а також дослідження можливості використання інтегральної метрики для об'єктивного контролю стану захищеності та підтримки прийняття рішень щодо підвищення рівня інформаційної безпеки.

Сформулюємо завдання, що вирішуються за допомогою розробленого алгоритму:

- комплексний аналіз технічних, криптографічних, мережевих і організаційних параметрів;
- інтегральна кількісна оцінка рівня безпеки;
- можливість реалізації без порушення роботи мережі (пасивний та напівактивний контроль);

– адаптивна система ваг, що дозволяє враховувати специфіку корпоративної мережі.

Результатом роботи алгоритму є інтегральний показник рівня безпеки та набір практичних рекомендацій.

В якості джерел вхідних даних пропонується використовувати:

- дані з контролера бездротової мережі (WLC);
- параметри систем керування (SNMP, syslog);
- дані пасивного радіомоніторингу;
- дані стандартних засобів аудиту безпеки.

Основні групи параметрів бездротової мережі, що підлягають аудиту безпеки приведені в табл.1.

Таблиця 1

Групи параметрів параметри бездротової мережі, що підлягають аудиту безпеки

Криптографічні параметри	Конфігураційні параметри	Радіотехнічні параметри	Мережеві та експлуатаційні параметри	Організаційні параметри
тип автентифікації (Open / WPA2-PSK / WPA2-Enterprise / WPA3)	приховування SSID	рівень сигналу за межами контрольованої зони	кількість клієнтів на AP	політики доступу
тип шифрування (TKIP / CCMP / GCMP)	сегментація (VLAN, guest network)	перекриття зон покриття	частота перепідключень	ведення журналу подій
використання 802.1X, EAP	обмеження MAC-доступу	кількість сторонніх AP на каналі	наявність IDS/IPS	регулярність оновлення ключів
наявність PMF (Protected Management Frames)	наявність rogue AP detection	стабільність параметрів RSSI	актуальність прошивок AP	контроль користувачів

Розглянемо алгоритм оцінювання рівня безпеки бездротової мережі.

Крок 1. Нормалізація параметрів.

Кожен параметр переводиться у нормалізовану шкалу: $Q_i \in [0;1]$, де 1 відповідає оптимальному чи безпечному стану, а 0 — критичному рівню ризику. Наприклад, виявлення типу автентифікації WPA3 із використанням криптографічних параметрів протоколу 802.1X відповідає значенню 1.0, а тип автентифікації WPA2-PSK відповідає 0.6, відсутність будь якої автентифікації (Open network) відповідає значенню 0.

Крок 2. Формування часткових коефіцієнтів безпеки.

На цьому кроці формуються агреговані показники за напрямками:

– криптографічна безпека

$$Q_{crypto} = f(Q_{auth}, Q_{enc}, Q_{PMF});$$

– конфігураційна захищеність

$$Q_{config} = f(Q_{SSID}, Q_{VLAN}, Q_{Rogue});$$

– радіобезпека

$$Q_{radio} = f(Q_{leak}, Q_{interference}, Q_{stability});$$

– експлуатаційна безпека

$$Q_{oper} = f(Q_{load}, Q_{firmware}, Q_{stability});$$

– організаційна безпека

UNIFIED CLOUD POLICY MANAGEMENT AS A SERVICE

Abstract

The global transformation of the IT landscape towards multi-cloud architectures creates critical challenges for information security and corporate governance. The simultaneous use of AWS, Azure, and Google Cloud Platform (GCP) leads to policy fragmentation, as each platform uses proprietary control mechanisms, making centralized auditing impossible and increasing the risk of human error. This paper proposes the concept of Unified Cloud Policy Management (UCPM) as a Service — a unified architectural approach that integrates heterogeneous cloud environments into a single governance framework. The study details the construction of a "Policy Layer" based on Open Policy Agent (OPA), HashiCorp Sentinel, Cloud Custodian, and CSPM platforms (using Prisma Cloud as an example). A six-level implementation model is developed, covering preventive control (at the IaC stage), reactive monitoring (runtime), and automated remediation. Analysis of the proposed architecture indicates that this approach can ensure semantic unity of security requirements, has the potential to reduce Mean Time to Respond (MTTR) by 70%, and simplifies preparation for SOC 2 and ISO 27001 audits through automated compliance evidence collection.

Keywords: Unified Cloud Policy Management, multi-cloud security, Policy as Code, Open Policy Agent (OPA), Cloud Custodian, HashiCorp Sentinel, Prisma Cloud, compliance automation.

1. Problem statement, hypothesis, and research objective

Problem Statement. Modern enterprises operating concurrently in AWS, Azure, and GCP face significant technological and operational fragmentation. Differences in resource models and policy syntaxes across platforms hinder the unified enforcement of security standards, result in duplicated control logic, cause configuration drift, and increase the likelihood of human error. Manual management approaches and isolated scripting practices fail to treat heterogeneous cloud infrastructures as an integrated system, thereby limiting the ability to provide consistent and dynamic enterprise-level security.

The research hypothesizes that implementing Unified Cloud Policy Management as a Service, grounded in the Policy as Code paradigm and supported by orchestration tools, enables the creation of a unified abstract policy layer across cloud providers, ensures semantic consistency of security controls in heterogeneous environments, automates the full policy lifecycle from preventive validation to reactive remediation, and transforms security into an internal service that ensures transparency and continuous audit readiness.

The objective of this research is to justify the architecture of a Unified Cloud Policy Management service and to develop an approach for ensuring end-to-end security in multi-cloud environments. The study examines native policy mechanisms in AWS, Azure, and GCP, motivates the adoption of the Policy as Code paradigm for unified control, proposes a UCPM architectural model based on Open Policy Agent, Sentinel, and Cloud Custodian, and defines principles of automated policy orchestration to maintain continuous compliance and mitigate operational risks.

2. Conceptual architecture of the unified policy layer

The proposed solution is based on the principle of abstraction: decoupling policy definition logic from enforcement mechanisms. The UCPM architecture is viewed as a middleware layer between security administrators and provider infrastructure. This layer consists of three key components: the Policy Repository, the Decision Engine, and Enforcement Agents.

This structure allows for the transformation of normative requirements (e.g., "All databases must be encrypted") into machine-readable code stored in a Version Control System. This ensures

$$Q_{org} = f(Q_{policy}, Q_{logging}, Q_{keyrotation}).$$

Крок 3. Інтегральна оцінка рівня безпеки.

Формується інтегральна метрика безпеки корпоративної WLAN:

$$Q_{SEC} = \omega_1 Q_{crypto} + \omega_2 Q_{config} + \omega_3 Q_{radio} + \omega_4 Q_{oper} + \omega_5 Q_{org}$$

де ω_i – вагові коефіцієнти (налаштовуються залежно від класу об'єкта).

Крок 4. Класифікація рівня безпеки оформлюється у вигляді табл. 2.

Таблиця 2 – Класифікація рівня безпеки

Значення (Q_{SEC})	Рівень безпеки	Характеристика
0.85 – 1.00	Високий	Мережа стійка до більшості атак
0.70 – 0.85	Достатній	Потребує точкових покращень
0.50 – 0.70	Середній	Існують суттєві вразливості
0.30 – 0.50	Низький	Високий ризик компрометації
< 0.30	Критичний	Мережа небезпечна для використання

Крок 5. Аналіз ризиків та формування рекомендацій.

На основі мінімальних значень часткових коефіцієнтів автоматично формуються рекомендації:

- перехід на WPA3-Enterprise;
- впровадження 802.1X та RADIUS;
- зменшення зони покриття AP;
- сегментація корпоративного та гостьового трафіку;
- увімкнення IDS/IPS;
- оновлення прошивок AP;
- посилення політик доступу.

Ключові переваги запропонованого алгоритму полягають в комплексній оцінці замість аналізу окремих параметрів мережі, використанню кількісної інтегральної метрики безпеки, адаптивності до вимог корпоративних бездротових мереж, відсутності потреби в активному вторгненні в мережу, можливості автоматизації та інтеграції в SIEM.

Висновки.

В роботі було проаналізовано основні загрози безпеці корпоративних бездротових мереж стандарту IEEE 802.11 та встановлено, що ефективний захист таких мереж потребує комплексного врахування технічних, мережевих і організаційних факторів.

Показано обмеженість існуючих рішень для оцінювання рівня безпеки Wi-Fi мереж, які здебільшого базуються на фрагментарному аналізі окремих параметрів і не забезпечують цілісної характеристики стану захищеності.

Запропоновано алгоритм інтегрального оцінювання рівня безпеки корпоративної бездротової мережі, що поєднує криптографічні, конфігураційні, радіотехнічні, експлуатаційні та організаційні параметри у єдину узагальнену метрику.

Список використаних джерел

1. Galchynsky L., Korolova V. Assessment of the security of wireless networks in an urban environment, taking into account the use of security protocols. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології, 2023, doi: 10.36994/2788-5518-2023-02-06-01
2. Gierszewski J, Matuśkiewicz M.M. Assessment of the effectiveness of the security features of personal wireless networks. *Security and Defence Quarterly*. 2020, 32(5), pp.71–81. doi: 10.35467/sdq/130300.
3. Dudykevych V., Mykytyn H., Murak T. Methodology for local corporate network security based on a multi-level approach. *International Conference on Cyber Hygiene & Conflict Management in Global Information Networks*, 2025, Ukraine. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-4024/paper02.pdf>
4. Bobalo Y., Dudykevych V., Mykytyn H. *Information technologies for data collection: concept, methodological approaches, security*, Spolom, Lviv, 2024, 148 p.

immutability, versioning, and the ability to audit the policies themselves. Instead of toggling checkboxes in the graphical interfaces of three different consoles, security engineers describe the rule once in a universal language. The system automatically translates this rule into appropriate checks for Terraform (at the deployment stage) and configuration scanners (for already created resources).

An important aspect of the architecture is support for the full resource lifecycle. The UCPM model provides for control gates at all stages: from code writing (IDE), through the build and test process (CI/CD), to the moment of provisioning and subsequent operation (Runtime). This allows for the realization of the "Shift Left Security" concept, detecting and blocking violations at the earliest stages where their remediation is cheapest.

3. Technological stack and implementation tools

For the practical implementation of the UCPM concept, an integrated technology stack is proposed, where each tool is responsible for a specific control vector, complementing the others.

The central element of the system is the Open Policy Agent (OPA). It is a universal engine that uses the declarative language Rego to write policies. OPA is ideally suited for unifying decision-making logic in heterogeneous environments. It integrates with Kubernetes, API gateways, and CI/CD pipelines. The main advantage of OPA is that it treats data as JSON documents, allowing for the writing of universal validation rules regardless of whether it is a Terraform configuration for AWS or a Helm chart for a GKE cluster.

For managing infrastructure code at the corporate level, it is advisable to use HashiCorp Sentinel. Integrated into Terraform Enterprise, Sentinel provides "Policy as Code" directly during the provisioning process. It allows for the implementation of granular policies (Hard Mandatory, Soft Mandatory, Advisory) that can analyze not only the configuration but also the state of the infrastructure and environment variables. Sentinel helps prevent the deployment of expensive or insecure resources before a call is made to the cloud provider's API.

For reactive control and automated remediation in the runtime environment, Cloud Custodian is used. This is a serverless stateless rules engine that allows for describing complex scenarios in YAML format. Cloud Custodian is distinguished by deep integration with native services of AWS, Azure, and GCP. It is capable of reacting to events (e.g., CloudWatch Events or Azure Event Grid) and performing actions to eliminate violations: stopping instances, enabling encryption, removing public access rights. Its role in UCPM is to be the "janitor" guaranteeing environment cleanliness.

The upper level of visualization and reporting is provided by a CSPM class platform, such as Prisma Cloud (or equivalents). It aggregates data from the aforementioned tools and native audit logs, providing a single risk management console. Prisma Policies allow mapping technical checks to standard requirements (NIST, GDPR, PCI DSS), transforming technical telemetry into business reports for management and auditors.

4. Operational process and compliance automation

Implementing UCPM as a service requires a restructuring of operational processes for interaction between DevOps and Security teams. A "GitOps for Security" model is proposed, where the Git repository is the single source of truth for policies. The process looks as follows: when a new security requirement arises, an engineer describes it in code (Rego for OPA or YAML for Custodian) and creates a Pull Request. After automated testing and approval, the policy is automatically propagated to all connected cloud accounts.

Automation is divided into two flows: synchronous and asynchronous. The synchronous flow is implemented via OPA and Sentinel in CI/CD. Every infrastructure code commit is checked for compliance with approved policies. If the code contains a violation (e.g., an attempt to create a Security Group with a 0.0.0.0/0 rule on port 22), the pipeline stops, and the developer receives immediate feedback.

The asynchronous flow is ensured by Cloud Custodian and Prisma Cloud. They constantly scan deployed infrastructure for "configuration drift" (when changes are made manually bypassing CI/CD). Upon detecting a deviation, the system initiates a chain of actions: creating a ticket in Jira, sending a notification to Slack, and, if configured, automatic execution of a reverse action (remediation) to return

the resource to a secure state. Such automation transforms compliance from a periodic procedure into a continuous process.

First, the architecture provides coverage unification. The use of a single set of abstract policies creates the capability for 100% identity of security requirements across AWS, Azure, and GCP. This implies that critical requirements, such as encryption key rotation, can be enforced equally strictly in all environments, technically eliminating the "blind spots" characteristic of fragmented management.

Second, the model is targeted at a substantial reduction in MTTR (Mean Time to Respond). Whereas in a traditional model, the cycle from vulnerability appearance to scanner detection can range from 24 hours to a week, the proposed event-driven architecture (based on Cloud Custodian) is capable of reducing reaction times to less than 60 seconds. It is estimated that automating the remediation of typical errors (e.g., closing public S3 buckets) will allow for freeing up to 40% of SOC engineers' working time.

Third, the solution provides for audit process optimization. Through integration with CSPM-class platforms (such as Prisma Cloud), it becomes possible to generate compliance reports (SOC 2 Type II, ISO 27001) automatically. Providing auditors with access to a "live" dashboard instead of manual evidence collection has the potential to reduce preparation time for external audits by 80%.

At the same time, the architectural analysis points to certain implementation limitations. Effective use of OPA will require high staff qualifications and knowledge of the Rego language. A potential lag is also projected between the release of new cloud provider services and their support in abstraction tools, which may necessitate a hybrid approach during transitional stages.

Conclusions

Summarizing the research results, it can be stated that the proposed model of Unified Cloud Policy Management (UCPM) as a service effectively solves the problem of technological disparity in multi-cloud environments. The practical implementation of a single policy layer based on an integrated stack of tools (Open Policy Agent, HashiCorp Sentinel, Cloud Custodian, and Prisma Cloud) allows for achieving full semantic consistency of security controls regardless of the specific cloud provider (AWS, Azure, or GCP).

It is proven that applying the "Policy as Code" paradigm ensures the automation of the full compliance management cycle: from preventive verification of infrastructure code to reactive configuration remediation in the deployed environment. This allows for minimizing the impact of human error, eliminating "configuration drift" risks, and significantly shortening the time for vulnerability detection and neutralization. The implementation of the developed architecture transforms the security operating model, turning it from a manual, discrete process into a continuous automated service that guarantees the stability of the enterprise's digital infrastructure.

References

- [1] Cloud Native Computing Foundation, Cloud Custodian: Rules Engine for Cloud Security, in: CNCF Projects Repository, (2024). <https://cloudcustodian.io/docs/>
- [2] HashiCorp, Sentinel: Policy as Code for Enterprise Infrastructure Automation, in: HashiCorp Documentation & Whitepapers, (2025). <https://www.hashicorp.com/sentinel>
- [3] National Institute of Standards and Technology, NIST SP 800-53 Rev. 5: Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations, in: NIST Special Publication, (2022). <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-53r5>
- [4] Palo Alto Networks, Prisma Cloud: Cloud Security Posture Management, in: Palo Alto Networks Official Resources, (2023). <https://www.paloaltonetworks.com/prisma/cloud/cloud-security-posture-management>
- [5] Styra, Open Policy Agent Documentation, in: Styra Official Documentation, (2024). <https://www.openpolicyagent.org/docs/latest/>

Scientific advisor: A. I. Partika, Associate Professor; Candidate of Technical Sciences

СИСТЕМА СПОВІЩЕННЯ ПРО РИЗИК КІБЕРАТАКИ НА ІНФРАСТРУКТУРУ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

Вступ.

Інфраструктура відеоспостереження сьогодні є невід’ємною частиною систем громадської безпеки, охорони об’єктів критичної інфраструктури. В Україні активно впроваджуються комплексні проекти з побудови єдиної платформи відеоспостереження. За даними МВС України станом на початок 2025 року функціонує понад 70 тисяч камер відеоспостереження, з яких 65% належать органам місцевого самоврядування, а 24 % приватним суб’єктам [1]. Більшість мають низький рівень захисту: використовують стандартні паролі, незашифровані протоколи, або підключені безпосередньо до інтернету. Це створює можливість для кібератак на IP-камери, DVR/NVR-реєстратори та системи відеоаналітики.

За результатами дослідження OWASP (Open Web Application Security Project) 78% протестованих пристроїв відеоспостереження мали критичні вразливості, пов’язані з автентифікацією та несанкціонованим доступом [2]. Український ринок кібербезпеки зріс у 4 рази за останні 8 років, що свідчить про увагу до питань цифрової безпеки взагалі, та відеоспостереження, зокрема [3].

Метою роботи є розробка системи сповіщення про ризики кібератак на інфраструктуру відеоспостереження з моніторингом подій безпеки, аналізом вразливостей й інформуванням системних адміністраторів про потенційні загрози.

Основна частина

Зростання кількості IP-камер, підключених до глобальних мереж, створює значні ризики кібератак, пов’язані з уразливістю програмного забезпечення, недоліками конфігурацій та відсутністю належного шифрування. Дослідження [4] показало, що більшість IP-камер передають відеопотоки через RTSP/HTTP без TLS-шифрування, що дозволяє зловмисникам перехоплювати відео або змінювати його в реальному часі. Та й багато виробників не оновлює програмне забезпечення або припиняє підтримку застарілих моделей, залишаючи їх вразливими до експлуатації через відомі CVE-уразливості.

Структура CVE (Common Vulnerabilities and Exposures) після верифікації та аналізу зображена на рисунку 1.



Рис. 1. Структура CVE

На практиці багато пристроїв відеоспостереження виявляються у відкритому доступі через пошукові системи типу Shodan або Censys, що демонструє слабкий рівень кібергігієни користувачів. Типові атаки включають brute-force на облікові записи адміністраторів, експлуатацію CVE-вразливостей, перехоплення незашифрованих потоків, а також використання пристроїв у ботнетах. Згідно з рекомендаціями CISA (Certified Information Systems Auditor) [5], найефективнішим методом мінімізації таких ризиків є багаторівневе захищене середовище з ізоляцією IoT-пристроїв, своєчасним оновленням програмного забезпечення та активним виявленням аномальної активності.

Запропонована система сповіщення про ризики кібератак на інфраструктуру відеоспостереження складається з декількох функціональних модулів. На мережевому шлюзі або сервері системи встановлюють агент збору даних, який відстежує журнали подій, спроби входу, з'єднання з віддаленими вузлами та активність мережевого трафіку. Отримані дані передаються до модуля аналізу, де здійснюється кореляція подій, виявлення аномалій та звірка зі сигнатурами атак, описаними в базах CVE та рекомендаціях OWASP. Далі модуль оцінки ризику розраховує інтегральний показник небезпеки з врахуванням вагових коефіцієнтів частоти, наслідків і типу атаки. Інформація з аналітичного модуля передається до інтерфейсу оповіщення, який реалізує інформування через електронну пошту, чат-бот або інтеграцію з SOC/SIEM системами.

Методи виявлення ризиків поєднують сигнатурний аналіз (виявлення відомих атак, наприклад, спроб входу за замовчуваними паролями), аналіз аномалій (виявлення нетипових дій, таких як раптове збільшення вихідного трафіку з камери) та кореляцію подій, що дозволяє відслідковувати взаємозв'язки між спробами автентифікації, змінами конфігурації та підозрілими мережевими з'єднаннями. Додатково застосовується моніторинг відкритості, який автоматично сканує порти камер та перевіряє, чи не виставлено пристрої у відкритий доступ.

Важливо враховувати правові обмеження при розробці таких систем. Відповідно до чинного законодавства України, приховане відеоспостереження дозволено лише за рішенням суду, а всі системи мають дотримуватись вимог Закону України «Про захист персональних даних» [6].

Висновки. Проведений аналіз показав, що значна частина систем відеоспостереження вразлива через недотримання сучасних вимог з кібербезпеки.

Запропонована архітектура системи сповіщення про ризики кібератак забезпечує багаторівневий підхід до моніторингу стану безпеки. Реалізація системи дає змогу підвищити стійкість відео-інфраструктури до атак, зменшити ризики компрометації облікових записів і запобігти витoku конфіденційних відеоданих. Система може бути інтегрована у державні та корпоративні системи відеоспостереження для підвищення стійкості до атак і запобігання витoku даних.

Список використаних джерел

1. МВС України: В Україні функціонує близько 70 тисяч камер відеоспостереження. URL: <https://mvs.gov.ua/news/mvs-narazi-v-ukrayini-vze-dije-blizko-70-tisiac-kamer-videosposterezennia> (дата звернення: 14.12.2025).
2. Open Worldwide Application Security Project. IoT Security Testing Guide. OWASP Foundation. 2023.
3. Український ринок кібербезпеки за вісім років зріс учетверо. Бізнес Цензор. 07.01.2025. URL: <https://censor.net/biz/news/3529008/ukrayinskyyi-rynok-kiberbezpeky-za-visim-rokiv-zris-uchetvero> (дата звернення: 14.12.2025).
4. Kalbo N., Mirsky Y., Shabtai A., Elovici Y. The Security of IP-based Video Surveillance Systems. Sensors. 2020. Vol. 20. No. 17. P. 1–27.
5. CISA. Guidance and Strategies to Protect Network Edge Devices. Cybersecurity & Infrastructure Security Agency. 2022.
6. Про захист персональних даних : Верховна Рада України від 01.06.2010, № 2297–VI : станом на 01.01.2022.

Науковий керівник: Л.М. Тимошенко, к.е.н., доцент

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Сучасний світ стикається з постійним загостренням екологічної кризи, що є наслідком різностороннього впливу антропогенних чинників. Серед основних причин виділяються неконтрольовані промислові викиди, неефективне й надмірне використання природних ресурсів, стрімке зростання урбанізації, а також глобальні зміни клімату. У сучасних умовах людство зіштовхується з нагальною потребою не лише реєструвати і фіксувати екологічні виклики, але й прогнозувати їхній розвиток, оцінювати потенційні наслідки та розробляти дієві механізми для запобігання негативним впливам. Традиційні екологічні підходи починають поступатися своїми позиціями, оскільки вони обмежені за обсягами оброблюваної інформації, часовими рамками та географічними межами свого застосування [1].

У зв'язку з цим особливу роль відіграє впровадження сучасних інформаційних технологій, які відкривають нові перспективи у вирішенні екологічних проблем. Завдяки технологіям цифровізації екологічна діяльність стає більш системною та безперервною порівняно з традиційними методами періодичного моніторингу. Інтеграція даних з різних джерел, а саме, від наземних моніторингових станцій до супутникових спостережень і мобільних додатків, дає змогу створювати єдине аналітичне середовище для моніторингу й аналізу. Це дозволяє значно посилити ефективність здійснення державної екологічної політики, а також забезпечити активну участь у реалізації міжнародних природоохоронних програм [2].

Основною метою цього дослідження є аналіз сучасних інформаційних технологій, які застосовуються для захисту природного середовища. Це включає оцінку їхньої ролі у вдосконаленні екологічного контролю, прогнозуванні загроз довкіллю та забезпеченні прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень в природоохоронній діяльності.

Сучасні інформаційні технології у сфері захисту навколишнього середовища охоплюють широкий спектр інструментів, які сприяють збиранню, збереженню, аналізу та візуалізації екологічної інформації. Одним із ключових напрямів є автоматизований екологічний моніторинг, що базується на використанні сенсорних систем та технологій Інтернету речей (IoT) [3]. Завдяки таким системам можливо отримувати великі масиви даних про стан атмосферного повітря, рівень шуму, радіаційний фон, а також хімічний склад води та ґрунтів. У порівнянні з традиційними методами, IoT-рішення дозволяють забезпечити високу частоту вимірювань і мінімізувати вплив людського фактора, що значно покращує точність та надійність екологічної інформації.

Накопичення масштабних обсягів екологічних даних створює потребу у використанні технологій обробки великих даних та штучного інтелекту. За допомогою алгоритмів машинного навчання можливо розкривати приховані закономірності, прогнозувати рівні забруднення та моделювати розвиток екологічних ситуацій. Наприклад, на основі великих баз даних можна передбачити періоди підвищених концентрацій забруднюючих речовин у повітрі або оцінювати ймовірність екологічних наслідків. Таким чином, сучасні інформаційні технології стають не лише інструментом для спостереження, а й для активного управління екологічними процесами.

Значну роль у впровадженні екологічних технологій відіграють геоінформаційні системи (ГІС), які поєднують екологічну інформацію з географічними даними. Використання ГІС сприяє аналізу територіального розподілу забруднень, оцінці впливу промислових об'єктів на екосистеми та зонуванню територій за рівнем екологічних ризиків. Ці технології особливо важливі при плануванні міської забудови, управлінні водними ресурсами та контролі використання земельних територій.

Широке застосування також отримала технологія дистанційного зондування Землі, що використовує супутникові знімки та аерофотозйомку для моніторингу стану довкілля. Завдяки супутниковим даним можна відслідковувати зміни рослинного покриву, визначати рівень забруднення водойм, вивчати процеси ерозії ґрунтів чи аналізувати наслідки лісових пожеж.

Комбінація дистанційного зондування з геоінформаційними системами та аналітичними алгоритмами створює потужний інструмент інтегрованого екомоніторингу як на локальному, так і на глобальному рівнях. Так на рисунку 1 представлена тенденція щодо кількості підключень до IoT у 2022–2025 роках, яка ілюструє стійку зростаючу динаміку.

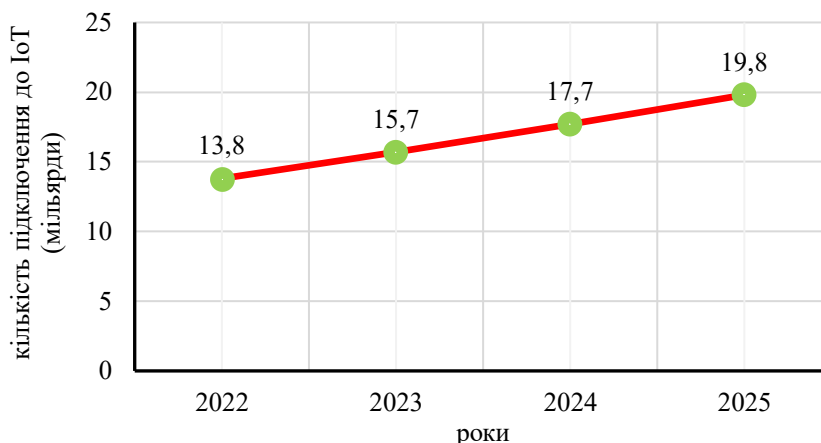


Рис. 1. Кількість підключення до IoT систем

Можна бачити, що спостерігається безперервне щорічне зростання показника. Кількість підключень зросла з 13,8 млрд у 2022 році до 19,8 млрд у 2025 році. Загальний приріст за період становить 6,0 млрд підключень. Середній темп зростання близько 2 млрд підключень на рік. Тренд є лінійним і стабільним, без різких коливань. Даний розподіл свідчить про активну цифровізацію та масштабне впровадження IoT-технологій, що з одного боку розширює можливості моніторингу й автоматизації, а з іншого підвищує вимоги до кібербезпеки, захисту даних і надійності інформаційних систем.

В Україні цифрові екологічні технології поступово інтегруються в систему державного управління. Запущені онлайн-платформи з відкритим доступом до екологічної інформації для громадян, науковців та державних органів, що підвищує прозорість у сфері екологічної політики та сприяє формуванню екологічної свідомості серед широких верств населення. Водночас існують певні перешкоди для ефективного впровадження таких технологій, зокрема недостатнє фінансування галузі, застаріла технічна база та брак єдиних стандартів обміну екологічними даними.

Перспективним напрямом розвитку є створення цифрових двійників екосистем, а саме, моделей, які дозволяють прогнозувати вплив різних факторів на природу та оцінювати наслідки прийняття управлінських рішень до їх реалізації. Цей підхід вже активно застосовується в країнах Європейського Союзу та вважається одним із пріоритетних інструментів для втілення зеленої трансформації економіки.

Отже, сучасні інформаційні технології відіграють ключову роль у зміні підходів до охорони довкілля. Їх використання сприяє переходу від розрізненого екологічного контролю до створення комплексних інтегрованих систем управління екологічною безпекою. Подальший розвиток цих технологій є важливим елементом сталого розвитку та збереження природного середовища для наступних поколінь.

Список використаних джерел

1. Коваленко, А. (2023). Проблеми використання інформаційних технологій для захисту довкілля в Україні. *Інформаційні технології та суспільство*, 4 (6), 22–26. <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.3>
2. Данилко, О. Ю. (2024). Сучасні комунікаційні технології для популяризації екологічних інновацій серед молоді. *Інформаційні технології і системи в документознавчій сфері*, 23–25. <https://jitas.donnu.edu.ua/article/view/15236>

3. Lala, G., & Vugar, A. (2025). Application of IoT and Sensor Technologies in Environmental Monitoring. *Environmental Research and Ecotoxicity*, 4, 170. <https://doi.org/10.56294/ere2025170>

Науковий керівник: Т.І. Русакова, д-р техн.наук, проф.

І.В. Гула
кандидат технічних наук, доцент
кафедра фізики, математики та інформатики
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

О.І. Полікаровських
доктор технічних наук, професор
кафедра технічної кібернетики
й інформаційних технологій ім. професора Р.В. Меркта
Одеський національний морський університет, м. Одеса

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСПЛЕЇВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ТА БЕЗПЕКОЮ (СУДБ)

Ефективність сучасних систем інформаційної безпеки (ІБ) критично залежить від оператора, який здійснює моніторинг журналів подій, мережевого трафіку та логів доступу. Людський фактор залишається головною причиною пропуску інцидентів. Одним із шляхів мінімізації когнітивного навантаження є оптимізація візуального простору оператора через використання дисплеїв з природними пропорціями та оптимальною щільністю пікселів (PPI). Сучасний стандарт 16:10 (1,6) є ближчим до пропорцій «золотого перетину» (1,618), ніж традиційний формат 16:9 (1,77)[1]. У контексті ІБ це забезпечує: збільшення вертикального огляду – формат 16:10 при роздільній здатності 1920×1200 надає на 11,1% більше вертикального простору порівняно з 1920×1080; зменшення скролінгу – більша кількість видимих рядків коду або логів дозволяє оператору швидше помічати аномалії в кореляційних таблицях, не втрачаючи контексту подій. Для аналізу конфіденційних даних критичним є «ефект природної гладкості» зображення. Зв'язок між розміром пікселя, відстанню та кутом огляду описується формулою:

$$p = 2 \cdot d \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad (1)$$

де p – розмір пікселя, d – відстань від екрану, α – кут огляду.

При середній відстані оператора від екрана $L=60$ см, мінімально необхідна щільність пікселів для досягнення порогу Retina (гострота зору 1,0) розраховується як:

$$PPI_{\min} \approx \frac{8732}{L} \approx 145,5. \quad (2)$$

Для досягнення високого рівня комфорту та мінімізації втоми очей до цього значення необхідно додати 25-40% запасу, що становить приблизно 182-204 PPI [2].

Розрахунок PPI проводився за теоремою Піфагора:

$$PPI_{\min} = \frac{\sqrt{w^2 + h^2}}{D},$$

(3)

де w – кількість пікселів по ширині, h – кількість пікселів по висоті, D – діагональ екрана в дюймах.

Окремим чинником зниження продуктивності операторів СУДБ є ефект аліасингу (ступінчастості) шрифтів та графічних елементів, що виникає при дефіциті PPI (зокрема у моделях 16,0" та 17,3"). Коли щільність пікселів нижча за поріг акомодатії (<145 PPI), зорова система змушена витратити додаткові когнітивні ресурси на "добудовування" та згладжування нерівних контурів символів.

У контексті безперервного аналізу текстових журналів це призводить до накопичувальної втоми: час на розпізнавання одного символу зростає на кілька мілісекунд. Протягом 8-годинної зміни це спричиняє ефект "візуального шуму", через який оператор з вищою ймовірністю може пропустити критичні аномалії або сповіщення про загрози, такі як несанкціоновані спроби доступу чи зміни в мережевих протоколах. Таким чином, використання дисплеїв із запасом чіткості у +11% (14,0") мінімізує мікро-напруження очей, забезпечуючи стабільно високий рівень уваги протягом усього періоду чергування.

Таблиця 1

Розрахунок параметрів дисплеїв для робочої відстані 60 см

Діагональ	Роздільна здатність	Фактичний PPI	Відхилення від PPI _{min} (145,5)	Рівень ергономічності
14,0" (16:10)	1920×1200	161,7	+11,1%	Високий (Retina-запас)
15,3" (16:10)	1920×1200	148,0	+1,7%	Прийнятний (Межа розрізнення)
15,6" (16:9)	1920×1080	141,2	-3,0%	Низький (Ризик зернистості)
16,0" (16:10)	1920×1200	141,5	-2,7%	Низький
17,3" (16:10)	1920×1200	130,9	-10,0%	Незадовільний

Дослідження показало, що дисплей з діагоналлю 14,0" (16:10) є найбільш ергономічно ефективним для систем безпеки при роботі на стандартній відстані. Він забезпечує запас чіткості у +11%, що за методикою Apple (Retina стандарт) гарантує відсутність візуального шуму, відповідає вимогам ISO 9241-303:2011 щодо якості зображення [3]. Співвідношення 16:10 наближає інтерфейс до золотого перетину, знижуючи когнітивне навантаження на префронтальну кору мозку оператора [4].

Збільшення щільності пікселів та вертикального простору дозволяє знизити ймовірність пропуску критичного сповіщення в логах на 10-15% за рахунок меншої втомлюваності акомодційного апарату ока.

Отже при проектуванні робочих місць операторів ІБ слід надавати перевагу дисплеям з показником не нижче 160 PPI та форматом 16:10, що є фундаментом для створення стійких до людського фактору систем моніторингу.

Список використаних джерел

1. Livio M. The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number / M. Livio. – New York: Broadway Books, 2003. – 294 p.
2. Barten P. G. Contrast Sensitivity of the Human Eye and Its Effects on Image Quality / P. G. Barten. – Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 1999. – 226 p.
3. ISO 9241-303:2011. Ergonomics of human-system interaction – Part 303: Requirements for electronic visual displays. – Geneva: International Organization for Standardization, 2011. – 43 p.
4. Bridger R. Introduction to Human Factors and Ergonomics / R. Bridger. – 4th Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2017. – 770 p.

І.Г. Лещенко
бакалавр, 1-ий рік навчання
спеціальність G2 «Технології захисту навколишнього середовища»
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро

ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ АНАЛІТИКИ

У контексті глобальної цифровізації та посилення боротьби зі зміною клімату системи екологічної аналітики набувають ключового значення для прийняття управлінських, економічних та політичних рішень. Водночас, перехід на технології IoT, хмарні сховища та

штучний інтелект різко підвищив кіберзагрози [1]. Екологічні дані, що включають моніторинг викидів щодо якості повітря та води, стану ґрунтів, перетворилися на стратегічний матеріал, маніпулювання яким може завдати шкоди економіці, національній безпеці та довкіллю [2]. Таким чином, питання забезпечення їх конфіденційності, цілісності та доступності є надзвичайно актуальним науково-практичним завданням [3].

Метою даного дослідження є аналіз ключових загроз безпеці даних у системах екологічної аналітики та огляд сучасних технологічних і організаційних підходів до їх захисту. Дане дослідження спрямоване на виокремлення особливостей екологічних даних як об'єкта захисту, а також на класифікацію ризиків та оцінку ефективності різних методів протидії.

Екологічні дані мають низку відмінних рис: великі обсяги, просторово-часову прив'язаність, довгостроковий характер зберігання та міждисциплінарність. Дані про викиди забруднюючих речовин важливі не лише для вчених, вони мають велике значення в трьох ключових сферах:

- в економіці на них базуються ринки торгівлі квотами на викиди, оцінка екологічного стану підприємств та їх вартості;
- в політичній сфері ці дані є основою для міжнародних угод, державних законів та судових спорів щодо захисту довкілля;
- в суспільній сфері від точних екологічних даних залежить здоров'я людей, а також усвідомлення громадянами екологічних проблем.

На рисунку 1 показано тенденцію зростання кібератак на критичну інфраструктуру, що включає енергетику та водну інфраструктуру, до якої інтегровані системи екомоніторингу з 2019 по 2023 роки. За даними Європейського агентства з кібербезпеки (ENISA), сектор «Енергетика» посідає одне з провідних місць серед цілей кібератак на критичну інфраструктуру.

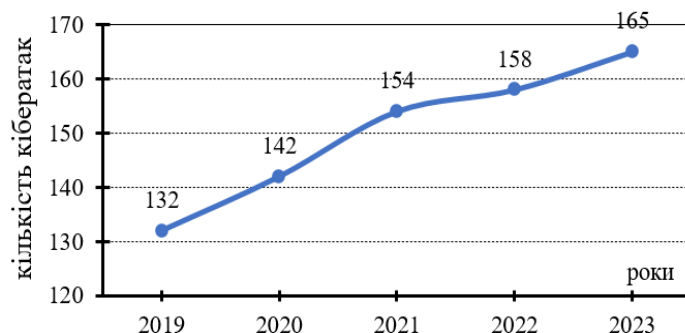


Рис. 1. Кількість кібератак на енергетичну та водну інфраструктуру

Загрози щодо безпеки екологічним даних можна структурувати за рівнями інформаційної системи:

- рівень датчиків (IoT) – фізичне втручання, підміна, DDoS;
- рівень передачі даних – перехоплення трафіку;
- рівень обробки та зберігання – хакерські атаки, маніпуляції;
- організаційний рівень – помилки персоналу, інсайдерські загрози.

Для забезпечення цілісності екологічних даних дедалі частіше застосовуються блокчейн-технології, ефективність яких підтверджена дослідженнями [4]. Конфіденційність забезпечується за допомогою наскрізного шифрування та анонімізації даних відповідно до вимог законодавства. Архітектура Zero Trust та системи виявлення аномалій на основі штучного інтелекту демонструють високу ефективність у зменшенні ризиків кіберінцидентів [3 – 4].

Захист екологічних даних в Україні регулюється законами: «Про захист персональних даних», «Про інформацію», «Про доступ до публічної інформації» та «Про охорону навколишнього природного середовища». Дотримання цих норм є обов'язковою умовою функціонування сучасних систем екологічної аналітики.

В роботі [5] проведено аналіз та систематизацію сучасних підходів до застосування IoT та машинного навчання для моніторингу якості повітря і води. Значну увагу приділено проблемам кібербезпеки IoT-екосистем, зокрема загрозам втрати даних, атак на сенсорні вузли та вразливостям хмарної інфраструктури.

В роботі [6] представлено інтелектуальну систему моніторингу екологічної безпеки, що базується на хмарних обчисленнях і великих даних. Запропонований підхід дозволяє аналізувати екологічні ризики, прогнозувати відхилення параметрів середовища та підтримувати управлінські рішення. Методологія є універсальною та може бути адаптована для міського й промислового екологічного моніторингу.

Аналіз сучасних наукових досліджень [1–6] свідчить про ефективність багаторівневих кіберфізичних систем захисту екологічних даних. Такі системи інтегрують захищені IoT-пристрої, хмарні платформи з контрольованим доступом, блокчейн-технології та методи штучного інтелекту. Це забезпечує цілісність, простежуваність і своєчасне виявлення аномалій та кібератак. Комплексний підхід знижує ризики спотворення, втрати або несанкціонованого доступу до інформації.

Захист охоплює всі етапи життєвого циклу екологічних даних, від збору до підтримки управлінських рішень. Застосування багаторівневого захисту підвищує стійкість систем екологічного моніторингу до комплексних загроз. Такі загрози посилюються за умов антропогенного навантаження, цифровізації та воєнних впливів. Поєднання децентралізованого збереження даних з інтелектуальним аналізом підвищує достовірність результатів і оперативність реагування. Це також сприяє зростанню довіри до екологічної інформації з боку органів управління та громадськості.

Отримані узагальнення підтверджують доцільність переходу до системного підходу кіберзахисту екологічних даних. У такому підході захист інформації розглядається як складова екологічної та техногенної безпеки. Це формує наукове підґрунтя для розроблення сучасних інформаційно-аналітичних систем екологічного моніторингу. Вони орієнтовані на забезпечення безпеки населення та сталого розвитку територій.

Список літератури

1. Kumar, V., Ali, R., & Sharma, P. K. (2024). IoEPM+: A secured and lightweight 6G-enabled pollution monitoring authentication framework using IoT and blockchain technology. *Computer Networks*, 250, 110554. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2024.110554>
2. Гангало, І., & Читулян, В. (2025). Кіберфізичні системи екологічного моніторингу: концептуальні засади захисту критичної інфраструктури в умовах війни. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 4(28), 688–700. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.28.843>
3. Кукулевський, І., Сокирка, Є., & Толбатов, А. (2025). Хмарні платформи як ключ до ефективного зберігання та аналізу іот-даних. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 3(31), 129–139. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.31.1003>
4. Чепель, Л.В., & Бойко, Ю.В. (2024). Підхід до безпеки та організації мереж іот з використанням блокчейн технології, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, вип. 4, 129–138.
5. Puri, A., et al. (2025). Environmental monitoring using machine learning and IoT: Applications, challenges, and cyber security threats. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 13. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.74286>
6. Wei, Y., Han, C. & Yu, Z. (2023). An environment safety monitoring system for agricultural production based on artificial intelligence, cloud computing and big data networks. *J Cloud Comp* 12, 83. <https://doi.org/10.1186/s13677-023-00463-1>

Науковий керівник: Т.І. Русакова, д-р техн.наук, проф.

СЕКЦІЯ: ТЕХНОЛОГІЇ DATA MINING ТА BIG DATA

Л.М. Дегтярьова
доцент кафедри інформатики
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро

ЕВОЛЮЦІЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ВІД СТАТИСТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ АРХІТЕКТУР

Штучний інтелект упродовж останніх десятиліть перетворився на один із визначальних чинників розвитку інформаційних технологій, а машинне навчання посідає центральне місце серед його ключових складових. Формування та розвиток методів машинного навчання відбувалися на перетині математичної статистики, теорії оптимізації, теорії ймовірностей та комп'ютерних наук. Зміни в підходах до аналізу даних, зростання обсягів інформації та підвищення вимог до точності й адаптивності моделей зумовили еволюційний перехід від відносно простих статистичних методів до складних багаторівневих нейромережових систем. У сучасних умовах алгоритми машинного навчання активно застосовуються в задачах обробки природної мови, комп'ютерного зору, біоінформатики, фінансового аналізу, економічного моделювання, медицини та інших галузях, що підкреслює їх міждисциплінарний характер і практичну значущість.

Початковий етап розвитку машинного навчання був тісно пов'язаний із використанням класичних статистичних моделей, які ґрунтуються на чітко визначених припущеннях щодо структури даних і характеру взаємозв'язків між змінними. До таких моделей належать лінійна та логістична регресії, а також басівські методи оцінювання. Лінійна регресія дозволяє встановити кількісну залежність між пояснювальними змінними та результативною ознакою, що забезпечує прозору інтерпретацію впливу кожного фактора. Логістична регресія, поєднуючи інтерпретованість із ймовірнісним підходом, що робить її базовим інструментом для розв'язання задач класифікації: зокрема набула широкого застосування в задачах двокласової та багатокласової класифікації. Басівські методи, у свою чергу, спираються на апарат теорії ймовірностей і дозволяють формалізувати роботу з невизначеністю та забезпечують гнучкий механізм роботи з невизначеністю, навіть за часткового порушення класичних статистичних припущень, що є важливим у практичних задачах аналізу даних.

Зазначені статистичні підходи сформували концептуальні засади навчання за даними, у межах яких процес навчання розглядається як задача оцінювання параметрів моделі на основі вибіркового спостережень. Важливою перевагою цього етапу є чіткий зв'язок між математичною моделлю, вихідними даними та отриманими результатами, що дозволяє здійснювати аналітичний аналіз властивостей алгоритмів і забезпечувати високий рівень інтерпретованості. Саме ці характеристики зумовили тривале використання класичних моделей у прикладних дослідженнях і навчальному процесі.

Подальший розвиток машинного навчання супроводжувався появою нелінійних методів, які не потребують жорстких припущень щодо розподілу даних і дозволяють ефективно працювати зі складними нелінійними залежностями. Серед таких підходів суттєвого поширення набули метод k-ближчих сусідів, дерева рішень, ансамблеві алгоритми та метод опорних векторів. Алгоритм k-ближчих сусідів реалізує ідею локальної подібності об'єктів і здійснює класифікацію на основі аналізу найближчого оточення в просторі ознак. Він може бути використаний як різновид керованої техніки машинного навчання. Дерева рішень формують ієрархічну структуру логічних правил, що забезпечує зрозумілість процесу прийняття рішень і гнучкість при роботі з різнорідними даними. Модель дерева рішень працює з числовими даними та з даними, які використовуються для класифікації, а не вимірювання, тобто з категоріями даних для створення прогнозів на основі послідовних логічних правил, забезпечуючи прозорий зв'язок між даними та результатом. Ансамблеві методи, поєднуючи декілька базових моделей, дозволяють зменшити варіативність результатів і підвищити узагальнювальну здатність алгоритмів. Основна ідея використання ансамблевих методів полягає у використанні різної кількості передбачень та їх

подальшого об'єднання. Метод опорних векторів базується на строгому математичному апараті та демонструє високу ефективність у задачах класифікації й регресії, зокрема у випадку нелінійно-роздільних вибірок.

Теоретичним підґрунтям розвитку зазначених методів стали концепції мінімізації емпіричного ризику, структурної мінімізації ризику та використання ядрових перетворень. Ці підходи дозволили поєднати практичну ефективність алгоритмів із надійною теоретичною базою, що є необхідною умовою побудови стабільних і відтворюваних моделей машинного навчання. Розвиток цих ідей сприяв формуванню сучасної методології аналізу даних і заклав основу для подальшого переходу до більш складних моделей.

Особливе місце в еволюції методів машинного навчання займають нейронні мережі, ідея яких була натхненна принципами функціонування біологічних нейронних систем. Ранні нейромереві моделі, зокрема перцептрон, мали обмежену виразну здатність і не дозволяли адекватно описувати складні структури даних. Упродовж тривалого часу це стримувало їх практичне застосування. Проте стрімкий розвиток обчислювальних ресурсів, поява великих масивів даних, які потребували обробки, аналізу та вимагали залучення великої кількості високопрофесійних фахівців, і вдосконалення алгоритмів оптимізації зумовили відродження інтересу до нейромеревих підходів і стали передумовою розвитку глибокого навчання.

Глибокі нейронні мережі стали логічним продовженням розвитку багатосарових перцептронів і характеризуються наявністю значної кількості прихованих шарів. Основною перевагою таких моделей є здатність автоматично формувати ієрархічні подання даних, що дозволяє виявляти складні приховані закономірності без явного ручного конструювання ознак. З математичної точки зору глибоке навчання можна розглядати як процес апроксимації складних багатовимірних функцій шляхом композиції простіших нелінійних перетворень, що забезпечує високу гнучкість моделей.

Разом із тим використання глибоких нейронних мереж актуалізувало низку теоретичних і практичних проблем. Серед них особливу увагу привертають питання узагальнювальної здатності моделей із надлишковою кількістю параметрів, стійкості та збіжності процесу навчання, а також інтерпретованості отриманих результатів. Класичні статистичні підходи не завжди можуть бути безпосередньо застосовані для аналізу глибоких моделей, що стимулює розвиток нових теоретичних концепцій у межах сучасного машинного навчання.

Порівняльний аналіз традиційних статистичних методів і сучасних нейромеревих підходів свідчить про те, що жоден із них не є універсальним. Класичні моделі зберігають свою актуальність у задачах з обмеженим обсягом даних і високими вимогами до пояснюваності, тоді як глибокі нейронні мережі демонструють суттєві переваги при роботі з великими масивами неструктурованої інформації. Тому доцільним є їх комплементарне використання залежно від специфіки конкретної прикладної задачі.

Отже, еволюція методів машинного навчання від класичних статистичних підходів до глибоких нейронних архітектур відображає загальну тенденцію розвитку штучного інтелекту, спрямовану на підвищення адаптивності, масштабованості та ефективності моделей. Усвідомлення закономірностей цієї еволюції є важливим як для подальших теоретичних досліджень, так і для розробки сучасних освітніх програм та практичних рішень у галузі штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Деніел Нельсон. Що таке KNN (K-найближчі сусіди): електронний ресурс. Unite.AI, 2020. Режим доступу: <https://www.unite.ai/uk/what-is-k-nearest-neighbors/>
2. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навчальний посібник. Київ: КНЕУ, 2001. 170 с.
3. Конюхов В. Д. Ансамблеві методи на основі центрування для сегментації зображення // Комп'ютерні системи та мережі. 2024. Т. 6, № 2. С. 122–130.
4. Юречко О. С. Ансамблеві методи машинного навчання // Матеріали XII науково-технічної конференції «ІМСТ». Тернопіль : ТНТУ, 2024. С. 112.

А.С. Голуб
аспірант, 2 рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТЕМПЕРАТУРНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ ПОВЕРХНЕВОГО ОБІГРІВУ ҐРУНТУ

Поверхневий обігрів ґрунту за допомогою гідротехнічних систем (ГС) із використанням теплих вод є перспективною технологією для сільського господарства [1]. Для ефективної роботи таких системи необхідний безперервний моніторинг температурних показників ґрунту, повітря та теплоносія, а також інтелектуальний аналіз даних для виявлення закономірностей і підтримки прийняття рішень щодо керування системою обігріву. З ростом обсягів вимірювань постає проблема швидкого й точного опрацювання великих масивів даних моніторингу. Традиційні методи аналізу виявилися недостатньо ефективними для вилучення корисної інформації з таких потоків даних, тому все більшої актуальності набувають методи інтелектуального аналізу [2].

Нелінійність, сезонні коливання та вплив багатьох факторів характеризують температурні дані, отримані під час моніторингу ГС поверхневого обігріву ґрунту. Неузгодженість методів вимірювання та різноманітність датчиків можуть призвести до помилок у даних, що ускладнює їх інтерпретацію. Щоб знайти аномальні відхилення (наприклад, несправність датчика чи неефективна робота секції обігріву) і врахувати зв'язки між параметрами системи та середовищем, необхідний детальний аналіз зібраних показників. Інтернет речей, який дозволяє оперативне та дистанційне отримання даних, є основою для сучасних кібер-фізичних систем моніторингу ґрунту [3]. Тим не менш, обробка великої кількості різноманітних даних, отриманих у режимі реального часу, вимагає спеціальних методів. Обґрунтування та вибір відповідних методів Data Mining для цієї задачі є важливими як науково, так і практично, оскільки відсутність загальноприйнятих методів аналізу таких нелінійних нестационарних процесів ускладнює вибір відповідних методів Data Mining. Основною метою цього дослідження є огляд сучасних методів інтелектуального аналізу даних. Ці методи можуть бути корисними для обробки температурних часових рядів моніторингу ГС обігріву ґрунту.

Статистичні та емпіричні моделі традиційно застосовуються для аналізу часових рядів температур і дозволяють отримувати формули для розрахунку температури ґрунту на різних глибинах залежно від температури повітря і теплоносія на основі натурних експериментів [1]. Статистичні моделі, такі як ARIMA та її варіації, враховують сезонність і тренди у даних. Основними перевагами цих підходів є простота та інтерпретованість, однак вони вимагають припущень щодо лінійності та стаціонарності моделі, що може призводити до неточностей у разі наявності нелінійних ефектів. У деяких випадках лінійні моделі залишаються конкурентоспроможними, зокрема для прогнозування температури на малих глибинах, тоді як на більших глибинах кращі результати демонструють нелінійні ML-моделі, такі як SVR [4].

Методи машинного навчання охоплюють широкий спектр алгоритмів, які ефективно працюють з великими обсягами даних. До основних належать методи класифікації (дерева рішень, Random Forest, SVM) і регресії для прогнозування кількісних показників, а також кластеризації (k-means, DBSCAN) для виявлення структур і аномалій у даних. Важливим інструментом є нейронні мережі. Застосування глибокого навчання, зокрема рекурентних нейронних мереж (RNN, LSTM), дозволяє моделювати складні нелінійні залежності в часових рядах температур. Дослідження підтверджують високу точність нейромережових моделей у прогнозуванні ґрунтової температури, особливо на малих глибинах. Багатошарові перцептрони та згорткові нейронні мережі успішно використовувалися для оцінки температури на різних глибинах за метеорологічними даними [4]. Огляди вказують, що найефективнішими підходами

для обробки великих обсягів різнорідних даних є класифікація, кластеризація, регресія та зменшення розмірності, а глибокі нейронні мережі особливо ефективні для неструктурованих даних, таких як часові ряди [2]. Методи машинного навчання не потребують явного формулювання фізичних законів, оскільки самостійно виявляють приховані закономірності. Вони враховують численні фактори: моделі на основі штучних нейронних мереж можуть використовувати поточні та попередні значення температури ґрунту, повітря, вологості, швидкості вітру для підвищення точності прогнозу. Основними недоліками є потреба у значних обсягах достовірних історичних даних і чутливість до якості вхідної інформації.

Гібридні та спеціалізовані підходи. У сучасній практиці аналізу даних моніторингу зростає популярність комбінованих методів, які поєднують алгоритми машинного навчання з експертними знаннями предметної області. Зокрема, нейро-нечіткі системи (ANFIS) забезпечують отримання інтерпретованих правил на основі даних при збереженні апріорних експертних знань і успішно застосовуються для моделювання ґрунтової температури. Іншим перспективним напрямом є інтеграція фізичних моделей і машинного навчання. Наприклад, поєднання статистичних часових моделей (SARIMA) з нейронними мережами та методами оптимізації забезпечує вищу точність прогнозування температури на різних глибинах порівняно з використанням кожного підходу окремо. Для врахування різних часових масштабів застосовується вейвлет-аналіз для попередньої обробки даних, що дозволяє декомпонувати вхідні дані на низько- та високочастотні компоненти перед подальшим моделюванням [4]. Такі комплексні підходи є особливо ефективними у задачах прогнозування та виявлення аномалій, де сучасні статистичні або лише ML-методи можуть надавати неповну інформацію.

Розглянуті методи мають різні переваги та сфери ефективного застосування. Для задач моніторингу температури в гідротехнічних системах поверхневого обігріву ґрунту доцільно комбінувати підходи. Прогнозування майбутніх значень температури для підтримки регулювання системи доцільно здійснювати за допомогою моделей машинного навчання, які враховують нелінійні залежності та множинні вхідні параметри. Виявлення аномалій або нестандартних ситуацій може здійснюватися шляхом кластеризації та контролю відхилень: якщо поточні показники суттєво не відповідають жодному зі встановлених кластерів нормальної роботи, це сигналізує про можливу несправність або екстремальні умови. Методи класифікації можуть застосовуватися для діагностики стану системи. Важливо зазначити, що успішне застосування інтелектуального аналізу даних вимагає якісної підготовки даних, включаючи фільтрацію шумів, заповнення пропусків і нормалізацію, а також врахування експертних знань про об'єкт. Перспективним напрямом є розвиток пояснювального штучного інтелекту та інтерпретованих моделей, що підвищує довіру до рекомендацій системи моніторингу. Дослідники відзначають, що поєднання точної роботи алгоритмів з експертними знаннями є ключовим чинником максимальної ефективності рішень у сфері Data Mining.

Проведений огляд підтверджує, що інтелектуальні методи аналізу даних відіграють ключову роль у системах температурного моніторингу. Методи класифікації, регресії, кластеризації та глибокого навчання є найбільш ефективними для автоматичного виявлення закономірностей і прогнозування стану ґрунту. Для підвищення точності та надійності аналізу доцільно застосовувати гібридні підходи, які поєднують машинне навчання з фізичними моделями процесу. Інтелектуальний аналіз даних забезпечує своєчасне виявлення відхилень у роботі гідротехнічної системи обігріву та дозволяє адаптивно керувати її режимами на основі прогнозів, що підвищує ефективність і безпеку експлуатації таких систем.

Список використаних джерел

1. Пінчук О. Л. Обґрунтування конструкції та параметрів гідротехнічної системи поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами при використанні скидних теплих вод : дис. канд. техн. наук : 06.01.02 - Сільськогосподарські меліорації. Рівне, 2012.
2. Дяченко Д., Прокопчик М., Ровенчак В., Фролов А. Методи інтелектуального аналізу даних з використанням машинного навчання // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2025. Т. 4, № 82. С. 56-61. DOI: 10.26906/SUNZ.2025.4.056.
3. Федішин Т. І. Метрорологічне забезпечення кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів :

дис. д-ра філософії : 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка / Нац. ун-т "Львівська політехніка". Львів, 2024.

4. Taheri M., Schreiner H. K., Mohammadian A. et al. A Review of Machine Learning Approaches to Soil Temperature Estimation // Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 9. Art. 7677. DOI: 10.3390/su15097677.

Науковий керівник: О. Л. Пінчук, к.т.н., доцент

О.В. Плохат
*магістр, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

ЗАСТОСУВАННЯ BIG DATA ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ БАНКУ

Функціонування банківського сектору традиційно детерміноване необхідністю опрацювання та акумулювання значних масивів конфіденційної інформації, зокрема персональних даних клієнтів, відомостей про депозитні рахунки та транзакційну активність. Попри вразливість комерційних даних до техногенних ризиків (вірусні атаки, апаратні збої, системні помилки), сучасні протоколи щоденного резервного копіювання та стандартизовані методи технічного захисту дозволяють мінімізувати ймовірність незворотної втрати активів. Відтак, пріоритетного значення набувають загрози, пов'язані з несанкціонованим доступом до інформаційних ресурсів установи. За таких умов розробка та імплементація високоефективних моделей захисту банківської інформації та Big Data становить актуальну науково-практичну проблему, що потребує поглибленого вивчення.

Дослідження архітектури безпеки банківських інформаційних систем (ІС) потребує першочергового аналізу моделей загроз, специфіка яких суттєво трансформується при переході до хмарних обчислень. Використання хмарної інфраструктури розширює ландшафт атак через збільшення кількості суб'єктів взаємодії, кінцевих пристроїв та програмних інтерфейсів, що детермінує зростання точок потенційного проникнення до розподілених ресурсів. Делегування повноважень з контролю доступу провайдеру хмарних послуг експоненціально підвищує ризики компрометації даних, оскільки конфіденційна інформація стає доступною для ширшого кола операторів та адміністраторів інфраструктури [1].

Порушників політики безпеки банківських ІС класифікують за вектором впливу на дві основні групи:

- зовнішні порушники: особи, що здійснюють деструктивний вплив із зовнішнього мережевого контуру. До них належать неавторизовані користувачі мережі Інтернет, суб'єкти з обмеженим доступом до бездротових мереж, а також особи, що використовують VPN-канали або мають фізичний доступ до апаратної бази;

- внутрішні порушники (інсайдери): легітимні користувачі внутрішньої мережі банку. Ця категорія включає персонал без адміністративних привілеїв, а також привілейованих користувачів (адміністраторів ОС, серверного та комутаційного обладнання, систем управління базами даних (СУБД) та прикладного ПЗ), які володіють розширеним інструментарієм впливу на систему.

Динамічне управління ресурсами хмари обумовлює критичну залежність банківських процесів від безперебійного функціонування мережевої інфраструктури. Цілісність апаратного забезпечення стає зоною відповідальності CSP (Cloud Service Provider), який має забезпечити захист фізичних та логічних рівнів від несанкціонованої модифікації або фальсифікації. Для систематизації підходів до виявлення вразливостей доцільно використовувати синергію класифікацій OWASP та каталогів атак CAPEC, що дозволяє співставити програмні дефекти з конкретними сценаріями кіберінцидентів (Табл. 1) [2].

Деструктивний вплив на інформаційні активи банку призводить до багатовекторних негативних наслідків: порушення конфіденційності, а саме компрометація банківської таємниці та персональних даних; порушення цілісності, як несанкціонована модифікація фінансових

транзакцій та ризик незаконного відчуження активів клієнтів; і порушення доступності, як паралізація операційної діяльності та сервісів обслуговування.

Кумулятивний ефект від реалізації зазначених загроз трансформується у репутаційні втрати, регуляторні санкції та прямі господарські збитки, що в критичних випадках може призвести до відкликання банківської ліцензії.

Відповідно до методології MITRE, для детермінації ймовірності настання ризику використовується мультифакторний підхід, що базується на наступних дескрипторах: ймовірність – статистична частота реалізації атаки; складність реалізації – рівень необхідної кваліфікації зловмисника; застосовність – наявність необхідних умов у системі для здійснення атаки; доступність ресурсів – обсяг обчислювальних або фінансових затрат для подолання бар'єрів захисту.

Таблиця 1

Числові значення факторів ризику кібератак

№ SAPEC	Ймовірність	Складність реалізації	Застосовність	Доступність ресурсів	Ймовірність настання ризику	Вплив конфіденційності	Вплив цілісності	Вплив доступності	Потенційна шкода	Масштаб збитків
C-66	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	3	3	3	3	12
C-90	0,2	0,15	0,2	0,15	0,7	3	3	1	2	9
C-54	0,2	0,15	0,2	0,2	0,75	2	2	1	1	6
C-197	0,2	0,2	0,15	0,2	0,75	1	1	3	2	7
C-74	0,15	0,15	0,2	0,15	0,65	3	3	3	11	
C-25	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5	1	1	3	3	8
C-63	0,2	0,1	0,15	0,2	0,65	3	3	3	3	12
C-250	0,2	0,2	0,15	0,2	0,75	3	3	2	2	10
C-111	0,2	0,15	0,15	0,2	0,7	3	1	1	3	8
C-75	0,2	0,15	0,2	0,1	0,65	3	3	2	3	11

Аналіз результатів, наведених у табл. 1, свідчить, що найбільш критичною за рівнем ймовірності реалізації та масштабом деструктивного впливу є атака SAPEC-66 (SQL-ін'єкція). Даний тип вразливості зумовлює низку критичних технічних наслідків, зокрема: ін'єкцію та виконання несанкціонованого програмного коду або системних команд; ескалацію привілеїв та компрометацію облікових даних; несанкціоновану модифікацію об'єктів бази даних прикладного ПЗ.

Синергетичне поєднання різних векторів атак дозволяє зловмиснику не лише отримати доступ до відомостей, що становлять банківську таємницю (з подальшим шантажем щодо їх оприлюднення), а й застосувати методи криптографічного блокування даних, дестабілізувати операційну безперервність або здійснити нелегітимні транзакції.

Проектування архітектури банківської ІС у хмарному середовищі має базуватися на контролях стандарту ISO/IEC 27001:2022 [3]. Основними завданнями забезпечення безпеки у цьому контексті визначено: стійкість та доступність, що гарантує безперебійний доступ до даних, які перебувають у стані транзиту або збереження; цілісність даних та сервісів, а також забезпечення коректного функціонування системних логік; розмежування доступу та ідентифікація; ізоляція ресурсів у хмарі передбачає чітку логічну сегрегацію даних і процесів на віртуальному рівні для унеможливлення перехресних витоків інформації між різними орендарями або додатками; масштабованість безпеки для підтримання стабільного рівня захищеності при динамічній зміні обсягу обчислювальних ресурсів на фізичному рівні.

Реалізація будь-якого технологічного рішення в банківському секторі потребує обов'язкової верифікації на відповідність вимогам інформаційної безпеки. Цей процес передбачає тестування на проникнення і статичний аналіз коду з метою аудиту вихідного коду спеціалізованими компаніями для виявлення латентних вразливостей на етапі розробки або впровадження.

Список використаних джерел

1. Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity // McKinsey Global Institute, 2011.
2. CAPEC view: OWASP related patterns. URL: <https://capec.mitre.org/data/definitions/659.html>
3. Діордіца І.В. Класифікація кіберзагроз та їх легітимація у нормативно-правових актах України. URL: <https://goal-int.org/klasifikatsiya-kiberzagroz-ta-yih-legitimatsiya-u-normativno-pravovih-aktah-ukrayini/>

Науковий керівник: Н.О. Різун, к.т.н., доцент

Ia Turmanidze

PhD Candidate

Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia

HATE SPEECH IN GEORGIAN- AND GERMAN-LANGUAGE ONLINE FORUMS: CHALLENGES AND MANAGEMENT STRATEGIES

Abstract

Hate speech has become a significant challenge in contemporary digital communication, particularly within online forums and social media platforms. This article explores the dynamics, thematic characteristics, and contextual specificities of hate speech in Georgian- and German-language online forums. The primary objective of the study is to conduct a comparative analysis of hate speech manifestations, identify dominant thematic fields, and discuss effective prevention and management strategies. The research employs a quantitative content analysis of 50 comments collected from the Facebook pages of Georgian and German online media outlets. The findings reveal that hate speech in Georgian-language forums predominantly targets political, ethnic, and gender-related issues, whereas German-language forums are largely characterized by debates on migration policy and gender equality. The study underscores the necessity of strengthening legal frameworks, enhancing media literacy, and implementing technological regulation mechanisms to mitigate the negative impact of hate speech in digital environments.

Keywords: hate speech, online forums, social media discourse, content analysis, prevention strategies

Introduction

In the digital age, online forums and social networking platforms have become central arenas for public discourse and opinion formation. While these platforms facilitate democratic participation and freedom of expression, insufficient regulation, anonymity, and rapid information dissemination often contribute to the spread of hate speech, discrimination, and social stereotypes. As a result, hate speech has emerged as one of the most pressing challenges of contemporary digital communication.

Hate speech can be defined as any form of verbal or non-verbal communication that promotes hostility, discrimination, or dehumanization against individuals or social groups based on characteristics such as ethnicity, religion, gender, sexual orientation, or political affiliation. In online environments, hate speech is amplified by technological affordances that enable rapid dissemination and limited accountability, thereby intensifying its social impact.

Given the increasing role of digital platforms in shaping public discourse, the systematic study of hate speech across different linguistic and cultural contexts is essential. Comparative analyses provide valuable insights into how socio-political, cultural, and ideological factors influence the manifestation of hate speech in online communication.

Research Objectives

The primary aim of this study is to examine the specific features and thematic patterns of hate speech in Georgian- and German-language online forums. The research is guided by the following objectives:

1. To identify the dominant forms and themes of hate speech in online forum discourse;
2. To compare similarities and differences in the content and contextual characteristics of hate speech across Georgian and German linguistic spaces;
3. To discuss potential prevention and management strategies aimed at reducing the negative impact of hate speech in digital environments.

Methodology

The study is based on a quantitative content analysis, a method widely used in social and media research to identify patterns, frequencies, and thematic structures within textual data. The research corpus consists of 50 comments containing elements of hate speech collected from the Facebook pages of selected Georgian media outlets (*Georgian Times*, *Netgazeti*) and German media outlets (*Welt*, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, *Die Zeit*).

In addition to content analysis, a comparative methodological approach was applied to examine thematic distributions and contextual differences between Georgian- and German-language forums. This approach enabled the identification of culturally and ideologically specific patterns of hate speech, as well as shared tendencies across both contexts.

Findings

The analysis revealed notable differences in the thematic focus of hate speech across the two linguistic environments.

Georgian-Language Forums

- **Political discourse (42%)**: Hate speech primarily targets political actors and opposing political groups, often characterized by aggressive and polarizing rhetoric.
- **Ethnic and religious issues (30%)**: Comments frequently express hostility toward ethnic minorities and religious groups, reflecting broader social tensions related to national identity.
- **Gender-related topics (28%)**: Hate speech is often directed at women and LGBTQ+ communities, reinforcing traditional gender roles and discriminatory attitudes.

German-Language Forums

- **Migration policy and ethnic issues (55%)**: Hate speech predominantly focuses on migration, multiculturalism, and the perceived impact of immigration on society.
- **Gender equality (25%)**: Critical and hostile attitudes are expressed toward feminist movements and contemporary gender ideologies.
- **Political debates (20%)**: Hate speech is frequently directed at political parties and actors associated with pro-migration policies.

Despite these thematic differences, hate speech in both contexts is closely linked to broader social, cultural, and ideological conflicts. In both Georgian and German online forums, hate speech contributes to the erosion of respectful public discourse and poses a threat to social cohesion.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrate that hate speech manifests differently across linguistic and cultural contexts; however, its destructive impact on public discourse and social stability remains universal. In Georgian-language forums, hate speech is largely embedded in political polarization and debates over national identity, whereas in German-language forums it is closely associated with migration-related concerns and gender equality debates.

Addressing hate speech in digital environments requires a comprehensive and interdisciplinary approach. Effective management strategies should include stricter legal regulations, the promotion of media literacy and critical digital skills, and the implementation of advanced technological solutions such as artificial intelligence and natural language processing for the automated detection and moderation of hate speech.

Ultimately, the reduction of hate speech in online forums depends on coordinated efforts involving policymakers, educational institutions, digital platforms, and civil society. Only through such a

multifaceted approach can digital spaces be transformed into more inclusive and constructive environments for public dialogue.

References

1. Barabadze, A. (2024). *Hate speech in the media space and social networks*. Business Engineering, 1–2, 156–157.
2. Totibadze, S. (2023). *Hate speech and gender stereotypes in Georgian digital media discourse*. Tbilisi: Universali.
3. Sajaia, K. (2017). *Bullying in social media*. Tbilisi: Ivane Javakhishvili Tbilisi State University.
4. Batumelebi. (n.d.). Facebook page.
5. Netgazeti. (n.d.). Facebook page.
6. Welt. (n.d.). Facebook page.
7. Frankfurter Allgemeine Zeitung. (n.d.). Facebook page.
8. Die Zeit. (n.d.). Facebook page.

Scientific Doctoral Supervisor: Neli Akhvlediani, Associate Professor

С.Л. Хрипко
д-р тех. наук, професор кафедри інформаційних технологій
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНВЕРСІЇ В E-COMMERCE АЛГОРИТМОМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ FP-GROWTH

У сучасних e-commerce системах поведінка користувачів має виражену асинхронність і часову розтягнутість: між першою взаємодією з товаром (перегляд, перехід на сторінку) та фактичною покупкою може минути від кількох хвилин до кількох годин. За таких умов класичний аналіз кошика покупця, який ґрунтується виключно на завершених транзакціях, є недостатнім, оскільки не дає змоги виявляти передкупівельні поведінкові патерни та проміжні сценарії прийняття рішення. Для типового інтернет-магазину середнього масштабу (приблизно 200–500 тис. сесій на добу) актуальною проблемою є те, що значна частина користувачів додає товари до кошика, однак не завершує покупку. У зв'язку з цим виникає потреба у виявленні та інтерпретації типових поведінкових конфігурацій, що передують купівлі або зриву конверсії.

Для розв'язання зазначеної проблеми доцільним є застосування підходу подієвого кошика (event-based basket). Такий кошик формується шляхом агрегації поведінкових подій користувача у межах фіксованого часового вікна Δt , після чого здійснюється пошук частих конфігурацій та асоціативних правил за допомогою алгоритму Frequent Pattern Growth (FP-Growth). Додатковою метою дослідження є визначення оптимального значення Δt , у межах якого процес прийняття рішення про покупку проявляє найбільш структуровані та відтворювані закономірності.

У роботі використано дані, що відповідають типовій структурі логів e-commerce платформи (зокрема аналогічні до датасету RetailRocket) та містять такі поля: user_id - анонімний ідентифікатор користувача, timestamp - час події, event_type - тип події (VIEW, ADD_TO_CART, PURCHASE), category_id - категорія товару, item_id - конкретний товар. Загальний обсяг вибірки становив близько 12 млн подій, 2.1 млн користувачів, а період спостереження складав 30 днів.

Подієвий кошик визначається як множина дискретних подій одного користувача, що відбулися у межах часового інтервалу Δt :

$$B_i(\Delta t) = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}, \quad t(e_k) - t(e_1) \leq \Delta t$$

де e_j — поведінкова подія, подана у вигляді категоріального елемента (item). На відміну від традиційного підходу, у реальних e-commerce сценаріях не використовується лише “сесія браузера” як базова одиниця агрегації, оскільки вона може тривати декілька хвилин, тоді як покупка часто здійснюється зі значною затримкою (наприклад, через 1–2 години). Саме тому застосування Δt як часової межі агрегації є більш коректним для моделювання процесу прийняття рішення.

Кожна подія кодувалася у вигляді токена формату EVENT_TYPE_CATEGORY, що дозволяє одночасно врахувати тип дії та семантичний контекст (категорію товару). Наприклад: VIEW_C12, CART_C12, PURCHASE_C12. Така схема кодування забезпечує зручне подання даних для задачі пошуку частих наборів та спрощує подальшу інтерпретацію результатів.

Застосування алгоритму FP-Growth у контексті подієвих кошиків є обґрунтованим з практичної точки зору, оскільки в реальних системах виникає потреба в швидкій обробці мільйонів кошиків, високій інтерпретованості результатів для бізнес-аналітики та відсутності критичної необхідності врахування строгого порядку подій. Порівняно з алгоритмом Apriori, FP-Growth має вищу продуктивність, краще масштабується та забезпечує отримання асоціативних правил.

Для експерименту використовувалися параметри FP-Growth: мінімальна підтримка - 1%, максимальна довжина патерну - 4, мінімальна довіра правила - 0.3. Якість правил оцінювалася за показниками lift та кількістю стабільних правил, що відтворюються на незалежному контрольному фрагменті даних. Ключовою перевірюваною гіпотезою було існування

оптимального значення Δt , за якого знайдені правила демонструють максимальну інформативність і відтворюваність. Досліджувані значення часового вікна визначено як:

$$\Delta t \in \{30, 60, 120, 360\} \text{ хв}$$

Результати порівняння різних значень Δt наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив часового вікна на характеристики патернів

Δt , хв	Середній розмір кошика	К-сть частих патернів	К-сть правил	Avg lift
30	2.6	18	0	–
60	3.9	124	27	2.8
120	6.8	1 340	412	6.1
360	11.5	7 820	3 104	3.9

Як видно з результатів, при $\Delta t=30$ хвилин формуються надто малі кошики, що не відображають повного циклу прийняття рішення, внаслідок чого кількість асоціативних правил є практично нульовою. При $\Delta t=120$ хвилин спостерігається максимальне значення середнього lift та зростання числа змістовних правил, тоді як при $\Delta t=360$ хвилин істотно збільшується кількість патернів і правил, однак їхня середня інформативність знижується через накопичення шумових та випадкових співзвучіє подій. Отже, експериментально підтверджується наявність оптимального часового вікна, яке інтерпретується як вікно прийняття рішення щодо покупки.

Серед виявлених поведінкових конфігурацій можна виокремити такі типові патерни. По-перше, патерн «теплий кошик» відображає ситуацію, коли користувач здійснив перегляд і додавання товару певної категорії в межах приблизно двох годин, після чого ймовірність покупки зростає в декілька разів. По-друге, патерн «зрив покупки» характерний для сценаріїв, коли користувач після додавання товару до кошика переходить до іншої категорії, що корелює з відкладанням або відмовою від покупки. По-третє, часовий ефект демонструє, що надто мале Δt призводить до дефіциту правил, тоді як надто велике Δt формує надмірну кількість слабоінформативних закономірностей.

Додатково, для перевірки відтворюваності правил застосовано схему hold-out оцінювання з часовим розбиттям кошиків (приблизно 70% — навчальна частина, 30% — тестова). Параметри FP-майнінгу для всіх значень Δt залишалися незмінними (наприклад, $\max_len = 4$, мінімальні пороги для confidence та lift), а якість оцінювалася за топ-наборами та топ-правилами, що дозволяє порівнювати стабільність закономірностей при різних вікнах агрегації.

Найбільш показовим прикладом отриманого правила є:

$$\{\text{CART_C11, VIEW_C11}\} \Rightarrow \{\text{PURCHASE_C11}\},$$

для якого отримано значення: $\text{support} \approx 0.026$, $\text{confidence} \approx 0.486$, $\text{lift} \approx 6.94$. Це правило відображає інтуїтивно очікувану поведінкову залежність: комбінація «перегляд + додавання до кошика» в межах релевантного часового інтервалу, що суттєво підвищує ймовірність покупки.

Таким чином, запропонований підхід до формування подієвих кошиків і застосування алгоритму FP-Growth забезпечує виявлення інтерпретованих та практично значущих патернів поведінки користувачів у e-commerce системах. Експериментально встановлено існування оптимального часового вікна агрегації подій (приблизно 120 хвилин), яке узгоджується з характерним інтервалом прийняття рішення про покупку та може бути використане для підвищення ефективності конверсійних механізмів, зокрема тригерних повідомлень і UX-оптимізацій.

Перелік використаних джерел:

1. Han J., Pei J., Yin Y. Mining frequent patterns without candidate generation // Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD '00). — New York: ACM, 2000. — P. 1–12. — DOI: 10.1145/342009.335372.

2. Borgelt C. An Implementation of the FP-growth Algorithm // Proceedings of the 1st International Workshop on Open Source Data Mining: Frequent Pattern Mining Implementations (OSDM '05). — New York: ACM, 2005. — P. 1–5. — DOI: 10.1145/1133905.1133907.

ЕТИКА ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЦИФРОВОМУ МАРКЕТИНГУ

У сучасному цифровому суспільстві штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною складовою економічних і комунікаційних процесів, зокрема у сфері цифрового маркетингу. Цифрові технології стимулюють компанії активно впроваджувати ШІ для забезпечення конкурентоспроможності у довгостроковій перспективі за рахунок глибокого аналізу великих масивів даних, персоналізованої комунікації зі споживачами, прогнозуванням їхньої поведінки та автоматизації взаємодії через чат-боти й рекомендаційні системи.

Активне впровадження штучного інтелекту в цифровий маркетинг сприяє підвищенню ефективності бізнес-процесів, проте дотримання етичних принципів під час користування новими технологіями є критично важливим задля уникнення проблем пов'язаних з порушенням авторських прав, принципів конфіденційності та приватності, а також задля уникнення невизначеності щодо відповідальності за результати автоматизованих рішень. Етика даних розглядається як відповідальне та раціональне збирання, використання й поширення даних без застосування маніпулятивних практик [1, 2, 6].

Однією з основних етичних проблем є проблема конфіденційності та захисту персональних даних. Маркетингові алгоритми працюють із персональними та поведінковими даними користувачів, що створює ризики їх надмірного збору, непрозорого використання або порушення принципу поінформованої згоди [2, 3].

Також, важливим етичним викликом є потенційна маніпуляція поведінкою споживачів. Алгоритми штучного інтелекту, здатні точно прогнозувати інтереси та потреби користувачів, можуть впливати на їхні рішення приховано, формуючи вибір без усвідомлення механізмів такого впливу. Надмірна персоналізація маркетингових повідомлень може перетворюватися на приховану маніпуляцію споживчою поведінкою та порушувати принцип свободи вибору.

Оскільки ШІ навчається на наявних даних, він може відтворювати соціальні, культурні або економічні упередження, що призводить до нерівного ставлення до різних груп споживачів. Такі практики суперечать принципам справедливості, інклюзивності та недопущення шкоди, які мають бути основою функціонування цифрового середовища [4].

Ще одним етичним викликом є відсутність прозорості алгоритмів штучного інтелекту, зокрема нестача зрозумілих механізмів пояснення рішень, ухвалених ШІ. Це ускладнює контроль за його використанням у цифровому маркетингу та підвищує ризик ухвалення необґрунтованих або несправедливих рішень, за які складно визначити відповідального суб'єкта.

Окремої уваги потребує проблема відповідальності за рішення, ухвалені із застосуванням штучного інтелекту. У разі помилок або завдання шкоди споживачам залишається відкритим питання, хто саме має нести відповідальність - розробник алгоритму, компанія-замовник чи безпосередній користувач технології.

Важливим ризиком є і порушення авторських прав, на чиїх даних навчався ШІ.

Генеративні системи ШІ активно створюють рекламні тексти, візуальний контент та дизайнерські рішення, що ускладнює визначення авторства таких продуктів і підвищує ризик порушення прав первинних авторів. Використання ШІ-контенту в комерційних цілях без належного врегулювання може призводити до знецінення творчої праці людини та порушення принципів академічної й професійної доброчесності [2, 4].

Отже етичне використання штучного інтелекту в цифровому маркетингу має ґрунтуватися на принципах прозорості, відповідальності, справедливості та людиноцентризму. Дотримання цих принципів є необхідною умовою формування довіри споживачів, мінімізації соціальних ризиків та забезпечення сталого розвитку цифрових маркетингових стратегій в умовах цифрової трансформації.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк, О. В., & Пономаренко, І. В. (2025). Штучний інтелект у цифровій трансформації бізнесу та маркетингу. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*, (20). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-20-04-03>
2. Кравченко, А. А., Кизименко, І. О., Красільнікова, О. В., & Гусева, Н. Ю. (2025). ЕТИКА В ЦИФРОВОМУ СУСПІЛЬСТВІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ. *Культурологічний альманах*, (1), 215–232. <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2025.1.24>
3. Струнгар, А. (2024). ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА СТРАТЕГІЇ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ: ПОТОЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ. *Економіка та суспільство*, (62). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-160>
4. Galushko O., Batmanghlich C. Ethical and practical aspects of using the artificial intelligence in the educational process. *Scientific journal “Philosophy, Economics and Law Review”*. 2023. 3 (2). Pp. 47-52. DOI: <https://doi.org/10.31733/2786-491X-2023-2-47-52>.
5. Lucas, G. (2016) *Ethics and Cyber Warfare: The Quest for Responsible Security in the Age of Digital Warfare* Oxford University Press
6. Müller, V. C. (2021). Ethics of Artificial Intelligence. In Anthony Elliott (ed.) *The Routledge social science handbook of AI* (p. 122 –137). London: Routledge.

Науковий керівник: О.В. Гамзаг, канд. екон. наук, доцент

М.А. Бобро
магістр

Університет імені Альфреда Нобеля

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОМУ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімким поширенням цифрових технологій, серед яких особливе місце посідають машинне навчання та штучний інтелект. Використання цих технологій активно трансформує соціально-економічні процеси на регіональному рівні, нові підходи до управління розвитком територій. Це через глобальні виклики, нестабільність економічного середовища та зростання конкуренції між регіонами використання інтелектуальних технологій набуває стратегічного значення.

Машинне навчання дозволяє обробляти та аналізувати великі обсяги даних, що надходять при функціонуванні регіональних економічних систем. Використання алгоритмів прогнозування означає прогностичне розрахунок динаміки ключових соціально-економічних показників, зокрема рівень зайнятості, валовий регіональний продукт, інвестиційну активність, дохід суб'єктів господарювання та інші. [1].

Штучний інтелект активно використовується у системах публічного управління регіональним розвитком. Інтелектуальні інформаційно-аналітичні платформи забезпечують автоматизацію процесів збору, аналізу та візуалізації соціально-економічних даних, що дозволяє оперативно реагувати на зміни соціального середовища. Впровадження таких систем сприяє підвищенню прозорості управління, оптимізації розподілу ресурсів та підвищенню якості адміністративних послуг [2].

Окрему роль відіграє застосування машинного навчання у прогнозуванні соціальних ризиків та кризових явищ. На основі аналізу статистичних і поведінкових даних можливе раннє виявлення негативних тенденцій, пов'язаних із безробіттям, міграційними процесами, соціальною напруженістю та зниженням рівня життя населення. Це створює передумови для впровадження превентивних заходів та підвищення ефективності антикризової політики регіону [3].

Водночас впровадження технологій штучного інтелекту супроводжується низкою викликів і обмежень. Серед них слід виокремити проблему якості та доступності даних, недостатній рівень цифрових компетентностей кадрів, а також етичні й правові аспекти використання

інтелектуальних систем у публічному управлінні. Крім того, автоматизація окремих економічних процесів може призводити до структурних змін на ринку праці, що потребує адаптації системи професійної підготовки та перепідготовки кадрів.

Подолання зазначених проблем можливе за умови формування комплексної регіональної політики, спрямованої на розвиток цифрової інфраструктури, підтримку інновацій та підвищення рівня цифрової грамотності населення. Важливим завданням є також забезпечення міждисциплінарної взаємодії між фахівцями у сфері економіки, інформаційних технологій та публічного управління.

Отже, машинне навчання та штучний інтелект виступають потужними інструментами управління соціально-економічним розвитком регіонів. Їх раціональне використання сприяє підвищенню ефективності регіональної економіки, посиленню соціальної стабільності та формуванню передумов сталого розвитку в умовах сучасних глобальних викликів.

Список використаних джерел

1. Mitchell T. Machine Learning. New York : McGraw-Hill, 2017. 414 p.
2. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2021. 1152 p.
3. OECD. Artificial Intelligence and the Future of Skills. Paris : OECD Publishing, 2021.
4. European Commission. Artificial Intelligence for Europe. Brussels, 2020.

Науковий керівник: Гамзаг Ольга Вікторівна, канд. екон. наук, доцент

О. В. Поддубей
*к.пед.н., доцент кафедри автоматизації та інформаційних систем,
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського,
м. Кременчук*

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕС ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ: ІНСТРУМЕНТИ Й МОЖЛИВОСТІ

Сьогодення характеризується проникненням штучного інтелекту (ШІ) у переважну більшість сфер життя, включаючи освіту. Актуальність дослідження можливостей ШІ у цій області зумовлена зміщенням фокусу освітньої парадигми у бік персоналізованого підходу, який є особливо важливим у процесі викладання англійської мови (АМ) у вищій школі. Важливість такого підходу продиктована вкрай неоднорідним рівнем володіння англійською мовою особами, які вступають до закладів вищої освіти. Інтеграція ШІ у процес викладання АМ надає альтернативні шляхи вдосконалення здобувачами навичок іншомовної комунікації, адже цей перспективний ресурс здатен забезпечувати високий рівень зацікавленості й адаптації матеріалів до потреб конкретного здобувача.

Інтеграція ШІ в освітній процес викликає значний інтерес у викладацькій спільноті через активне залучення його інструментів у сучасну методика викладання англійської мови. Статистичні дані свідчать, що найбільш популярними є застосунки для вивчення мов (48%), програми для генерації текстів (37%) і чат-боти (31%) [1, р. 30]. Викладачі можуть застосовувати ці технології для додаткової практики усного і письмового мовлення. Було помічено, що найбільшу ефективність інструменти ШІ демонструють при їх інтеграції в освітній процес осіб, які вже володіють мовою на рівні, як мінімум близькому до середнього. При цьому найбільш позитивно інструменти ШІ впливають на розширення словникового запасу, покращують сприйняття і запам'ятовування нової лексики; водночас, позитивний вплив відмічається й у процесі засвоєння граматичних явищ [2, р. 1612].

Оскільки ШІ уможливорює персоналізацію навчального процесу, його ресурси й інструменти можна адаптувати під рівень і потреби конкретного здобувача. У цьому контексті застосування ШІ у викладанні англійської мови можливе у таких напрямках: 1) розмовна практика на

інтерактивних платформах для відпрацювання навичок мовлення з урахуванням рівня і тематики; 2) персоналізований зворотний зв'язок після виконання лексичних або граматичних завдань допомагає виявити області знань, які потребують додаткових пояснень і відпрацювання, з подальшою рекомендацією додаткових теоретичних ресурсів; 3) практика сприйняття автентичних текстових або аудіо матеріалів на основі контенту, створеного носіями мови.

Зважаючи на те, що серед найбільш застосовуваних інструментів ШІ, які можна успішно інтегрувати у процес викладання англійської мови, важливе місце займають чат-боти, коротко проаналізуємо фактори їхньої популярності. По-перше, вони здатні імітувати дискурсивну поведінку людей за допомогою вбудованих корпусів мови, тому такі сервіси можна розглядати як досить дієвий інструмент для відпрацювання навичок усного мовлення, особливо в умовах браку реального співрозмовника. До того ж чат-боти використовують мультимедійний інтерфейс, який дозволяє користувачам практикувати мову за допомогою аудіо, відео і зображень у формі усного або письмового діалогу, що, у свою чергу, урізноманітнює спілкування [3, с. 171]. По-друге, функція обробки тексту дозволяє аналізувати не тільки орфографію і пунктуацію, але й риторичне позиціонування тексту, спираючись на вбудовану базу контекстних пропозицій, що, за потреби, дозволяє отримувати зворотній зв'язок з приводу пошуку й коригування помилок [3, с. 169].

Наведемо конкретні приклади таких ресурсів. Розпочнемо огляд з тих, що створені скоріше для викладачів. Чат-бот *Twee.com*, може згенерувати додаткові вправи для закріплення граматичного і лексичного матеріалу з урахуванням необхідного рівня володіння мовою. Цей інструмент дозволяє дуже швидко створювати тексти і діалоги на задану тематику, а також питання і завдання з урахування рівня складності й об'єму лексики. Він також може виконувати роль інструктора при відпрацюванні вимови, наголосу, інтонації, пропонуючи персоналізовані рекомендації. Ще однією технологією, яку викладачі можуть успішно інтегрувати у процес викладання АМ є *Text-to-speech*. Вона являє собою ресурс для перетворення тексту в аудіо фрагмент. Цей інструмент дозволяє викладачу створювати персоналізовані матеріали для розвитку навичок аудіювання.

Наступні чат-боти можуть застосовуватись як викладачами АМ, так і здобувачами самостійно або за рекомендацією викладача. Серед найбільш популярних можна виділити *Duolingo* (викладання мови відбувається на засадах гейміфікації, де відпрацювання розмовних навичок відбувається через діалоги з совою – персонажем зі штучним інтелектом); *Babbel* (акцент робиться на комунікативній практиці, наближеній до реальних ситуацій; програма має функцію синхронного перекладу з використанням технології розпізнавання природної мови); *Mondly* (генерує рольові вправи і підтримує інтерактивні діалоги з користувачем, оперуючи в тому числі ідіоматичними виразами і корисними фразами, які зазвичай використовуються носіями мови у повсякденному спілкуванні); *Replica.ai* (комп'ютеризований клон користувача, здатний підтримувати діалог у природних розмовних обставинах, одночасно надаючи емоційну підтримку). Але лідером серед ресурсів ШІ для викладання АМ по праву визнаний чат-бот *Chat GPT*. Коротко розглянемо можливості його застосування у процесі викладання і вивчення АМ.

З усього спектру можливостей застосування Chat GPT викладачами АМ можна виділити найбільш затребувані: робота з лексикою і робота з граматикою. В розрізі опрацювання лексичного матеріалу цей чат-бот є корисним інструментом для формування переліку ключових слів на основі текстів або відео чи аудіо фрагментів; створення вправ з пропущеними словами або вправ на поєднання слова і його значення у формі словесного тлумачення або малюнка, вправ на підбір синонімів, антонімів або перефразування; вправ на встановлення асоціативних зв'язків, генерація тексту на основі заданого лексичного мінімуму з можливістю створення на його основі аудіо-треку. В контексті створення граматичних вправ Chat GPT здатен генерувати контент, спрямований як на відпрацювання окремого граматичного явища, так і на їх сукупність для демонстрації контрасту застосування залежно від заданих обставин. Окремою корисною функцією вважається можливість створення тестових завдань для перевірки знань. Оскільки зазначений ШІ-ресурс здатен самостійно визначати рівень володіння мовою здобувача або формувати текст на заданому рівні, викладач може генерувати текст певної тематики як для всієї групи (за умови однорідності рівня), так і спростувати / ускладнювати той самий текст, орієнтуючись на потреби окремих здобувачів, мовний рівень яких різко виділяється на фоні

решти групи, що дозволяє персоналізувати навчання. Chat GPT з успіхом можна застосовувати в контексті вивчення культурних особливостей англomовних носіїв. Це набуває виключної важливості для здобувачів ІТ-спеціальностей, оскільки саме вони часто співпрацюють з представниками різних культур, причому комунікативний зв'язок забезпечується саме англійською мовою. У таких випадках важливо знати не лише технічні терміни, а й норми й культурні очікування співрозмовників, ідіоматичні і сленгові вирази, жарти, меми, які широко застосовуються носіями, що сприяє глибшому розумінню реалій і менталітету носіїв, тим самим готуючи здобувачів до міжнародного професійного спілкування.

Безумовно, ШІ пропонує велику кількість можливостей і технологій у викладанні АМ, але не слід забувати, що він залишається корисним інструментом в руках викладача. Водночас, різнопланове застосування ШІ допомагає значно урізноманітнити заняття і підвищити інтерес здобувачів до вивчення мови.

Список використаних джерел

1. Edmett A. et al. Artificial intelligence and English language teaching: Preparing for the future. British Council. 2023. 82 p.
2. Cislowska A. I. et al. Integration of Chatbots in Additional Language Education: A Systematic Review. European Journal of Educational Research. 2024. Vol. 13. pp. 1607-1625
3. Srfimidt T., Strasser T. Artificial Intelligence in Foreign Language Learning and Teaching: A call for Intelligent Practice. Heidelberg. 2022.

В.С. Басараб
магістр, 1-й рік навчання,
спеціальність F3 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТІ: СУЧАСНІ РЕАЛІЇ

Дослідження присвячено вивченню впливу використання різноманітних інструментів на базі штучного інтелекту на освітній процес студентів: їхні навчальні досягнення, прискорення навчання, та загальне задоволення студентів від використання штучного інтелекту під час власного навчання.

Метою дослідження є оцінка загального впливу використання ШІ-інструментів на успішність та швидкість виконання навчальних завдань студентами спеціальності «Комп'ютерні науки».

Результати дослідження свідчать про високе поширення використання ШІ-інструментів серед студентів, що дозволяє їм прискорювати виконання власних домашніх завдань, проте використання ШІ має неоднозначний вплив на оцінки студентів.

На фоні сучасних тенденцій розвитку цифрових технологій, зокрема розвитку та поширення використання різних ШІ-інструментів, наприклад, Chat-GPT, Gemini та ін., такі ШІ-інструменти також впроваджуються в освітньому процесі. За допомогою різних чат-ботів, генеративних моделей, помічників з написання коду і т.д., студенти мають можливість взаємодіяти та аналізувати навчальні матеріали. Однак, як зазначалося в статті про навчання грамотності у сфері ШІ: навички роботи навіть з найпоширенішими та найширше генеративними інструментами штучного інтелекту недостатньо розвинені у нашого нинішнього покоління випускників [4]. Fun Siong Lim, автор однієї із розглянутих статей, зазначає, що саме тому студентам знадобиться цілий ряд навичок, окрім базових [5]. Такі висновки із розглянутих статей свідчать про те, що ШІ стає одним з ключових елементів академічної грамотності студентів, через що з'являється необхідність у формуванні нових підходів до освітнього процесу, зокрема у закладах вищої освіти.

Актуальність дослідження полягає у стрімкому зростанні використання ШІ-інструментів серед студентів, необхідності у формуванні нових, сучасних підходів до освітнього процесу

студентів, щоб підвищити грамотність студентів у сфері штучного інтелекту. Також існує потреба у розумінні загального впливу на використання ШІ-інструментів на навчальні результати студентів, як вони особисто оцінюють вплив штучного інтелекту на їхній освітній процес та результати навчання. Не менш важливим є проблема академічної доброчесності для робіт, в рамках яких був використаний ШІ – які роботи вважати плагіатом, як правильно їх оцінювати, чи впливає використання ШІ на обізнаність студентів з різних дисциплін.

Як зазначали автори статті «Аналіз ролі штучного інтелекту у впровадженні диференційованого підходу до навчання», було виявлено, що впровадження штучного інтелекту покращує освітній процес завдяки персоналізації та наданню зворотного зв'язку на різних етапах навчання. В рамках даної статті також зазначаються і проблеми, зокрема: упередженість алгоритмів ШІ-інструментів, питання конфіденційності даних, високі витрати на впровадження технологій штучного інтелекту, для яких саме навчальних закладів потрібно впроваджувати використання ШІ-інструментів (школи, ВНЗ, і т.д.) [1]. Гриб'юк О.О. також підкреслює, в рамках яких предметів, технічних чи гуманітарних, буде доречним використання ШІ [2]. Отже, ця аналітична стаття пропонує емпіричний аналіз впливу використання ШІ-інструментів на навчальний процес студентів: їхні навчальні досягнення, та загальне ставлення до використання ШІ у власному навчанні в рамках спеціальності «Комп'ютерні науки».

Загальна проблематика дослідження полягає у широкій популярності штучного інтелекту, яка продовжує зростати, зокрема серед студентів, і водночас недостатньою кількістю даних про те, як саме ШІ-інструменти впливають на результати навчання. Наприклад, в одній з розглянутих статей описується, що оскільки університети підтримують студентів у розвитку грамотності в галузі ШІ, установам та викладачам необхідно задуматися над тим, чи є наші програми в галузі ШІ елементарними, чи підтримують студентів у розвитку навичок вищого рівня, які їм знадобляться на робочому місці [5]. Проте, немає чіткого опису про які саме заклади освіти йде мова, і немає конкретних прикладів щодо варіантів впровадження ШІ для різних спеціальностей чи предметів. В інших статтях також були проведені дослідження, де було виявлено, що штучний інтелект може ефективно використовуватися для покращення навчання шляхом індивідуалізації та диференціації процесу [1]. В цей самий час, не розглядаються емпіричні показники ефективності використання ШІ в освіті. А якщо і розглядається емпіричне дослідження, то тільки в рамках конкретного предмету, наприклад, як це розглядалося у статті Гриб'юк, де було порівняння різних засобів ШІ та виявляли, чи правильно ці ШІ-інструменти прийшли до розв'язку конкретних математичних прикладів [2].

Основна задача дослідження полягає у виявленні загального впливу використання ШІ-інструментів на навчальний процес студентів спеціальності «Комп'ютерні науки», для того, щоб проаналізувати загальний рівень задоволення від використання штучного інтелекту студентами та ефективність виконання домашніх завдань – чи прискорює ШІ-інструменти виконання завдань, і як студенти оцінюють вплив ШІ на їхні оцінки. Теоретичний підхід є гарним підґрунтям для подальших емпіричних досліджень, які допоможуть зробити правильні висновки щодо впровадження ШІ в освіті, зокрема в рамках спеціальності «Комп'ютерні науки».

Нами було проведено емпіричне дослідження, у вигляді онлайн-опитування в Google Forms, яке проводилося серед студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». Опитування складалося з кількох питань з пропозиціями варіантів та власною відповіддю щодо: використовуваних ШІ-інструментів для навчання; частота їх використання і для чого саме; покращення власної успішності з використанням ШІ інструментів; прискорення виконання завдань та загальною задоволеністю від використання ШІ.

За результатами, 100% опитаних студентів використовують ШІ-інструменти майже для кожного етапу навчання. Також виявлено, що штучний інтелект активно використовується студентами спеціальності «Комп'ютерні науки», та загалом стає інтегрованим елементом навчального процесу. ШІ-інструменти, такі як Chat-GPT, Gemini, та Copilot від GitHub, суттєво прискорюють виконання завдань, що підвищує продуктивність студентів у навчанні. Однак, ШІ неоднозначно впливає на оцінки, і все-таки, оцінки та продуктивність студента, якість навчання більшою мірою залежать від особистих навичок студента, типу завдання, та способу взаємодії зі штучним інтелектом.

Для подальших досліджень нами пропонується розглянути розширення кількості питань та вибірки опитаних студентів, в тому числі з інших спеціальностей, для детальнішого вивчення масової інтеграції ШІ в освітній процес.

Список використаних джерел:

1. Папач О.І., Горожанкіна О.Ю., Різак Г.В. Аналіз ролі штучного інтелекту у впровадженні диференційованого підходу до навчання – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/342/223>
2. Гриб'юк О.О. (2024). Використання технологій штучного інтелекту вчителями математики в процесі дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів: виклики, загрози та перспективи – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/ped/article/view/1017/1121>
3. Міністерство освіти і науки України. (2025). Робототехнічна лабораторія RoboLab на базі закладу вищої освіти: подати заявку – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ms.nauka.gov.ua/news/novini-portalu/robototekhnichna-laboratoriya-robolab-na-bazi-zakladiv-vishoyi-osviti-podat-zayavku>
4. Xiangham (Christine) O’Dea, Mike O’Dea. (2023). Teaching AI literacy: how to begin – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.timeshighereducation.com/campus/teaching-ai-literacy-how-begin>
5. Fun Siong Lim. (2025). What does ‘age appropriate’ AI literacy look like in higher education? – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.timeshighereducation.com/campus/what-does-age-appropriate-ai-literacy-look-higher-education>

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к.е.н., доцент

С.Г. Трофімець
*магістр, 1-й рік навчання,
спеціальність F3 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

Стрімкий розвиток та інтеграція інструментів штучного інтелекту, зокрема великих мовних моделей (LLM), у сучасні середовища розробки (IDE) докорінно змінюють парадигму створення програмного забезпечення. Перехід від експериментального використання до масового впровадження інструментів на кшталт GitHub Copilot та агентних систем ставить перед інженерною спільнотою нові виклики. Актуальність теми зумовлена необхідністю критичного переосмислення впливу ШІ на повний цикл розробки: від написання коду до його підтримки та аудиту безпеки.

Метою цієї роботи є комплексний аналіз ефективності впровадження ШІ-асистентів, порівняння декларованого зростання продуктивності з реальними емпіричними даними щодо якості коду та виявлення ризиків, пов'язаних із безпекою та професійною деградацією розробників.

Для досягнення поставленої мети було проведено систематичний аналіз наукових публікацій та технічних звітів за період 2023–2025 років. Методологічна база дослідження включає аналіз емпіричних даних, зокрема звітів GitClear [3] (на основі аналізу 211 млн рядків коду), досліджень вразливостей [5], експериментів щодо продуктивності (Microsoft Research [6]) та теоретичний синтез концепцій агентного програмування [1, 2]. Застосовано фреймворк оцінки ризиків Бріджит Бюкелер [8] для визначення доцільності використання генеративного ШІ у критичних системах.

У результаті дослідження виявлено неоднозначність впливу ШІ на показники продуктивності. Згідно з дослідженнями S. Peng et al., використання ШІ-асистентів дозволяє

скоротити час виконання завдань на 55,8%, що є особливо відчутним при написанні шаблонного коду (boilerplate) та для початківців. Проте, аналіз даних GitClear за 2025 рік вказує на зворотний бік цього прискорення: спостерігається суттєве зростання плинності коду («churn») та зниження частоти рефакторингу. Тривожною тенденцією є збільшення частки дубльованого коду, що прямо порушує фундаментальний принцип DRY (Don't Repeat Yourself). Штучний інтелект схильний генерувати нові блоки коду замість оптимізації існуючих, що призводить до невиправданого роздування кодової бази та ускладнення її подальшої підтримки. Важливо зазначити, що суб'єктивне відчуття підвищення продуктивності у розробників часто не корелює з об'єктивними вимірами швидкості [4], що вказує на схильність плутати легкість написання коду зі швидкістю вирішення інженерної задачі.

Окремою критичною проблемою є безпека програмного забезпечення, створеного за допомогою ШІ. Емпіричні дослідження демонструють, що близько 30% сніпетів, згенерованих популярними моделями, містять вразливості, класифіковані у Common Weakness Enumeration (CWE). Найпоширенішими дефектами є SQL-ін'єкції та використання недостатньо випадкових значень для криптографічних задач. Корінь проблеми полягає у природі навчання моделей: вони тренуються на масивах публічного коду, який часто містить помилки, і відтворюють ці патерни у нових проєктах без розуміння контексту безпеки.

Дослідження також висвітлює феномен «Ефекту Матвія» [7] в екосистемі розробки, який проявляється у посиленні домінування популярних мов програмування та фреймворків. Це створює замкнене коло, де розробники вимушені обирати технології, краще підтримувані ШІ, що маргіналізує нішеві інструменти, гальмує інновації та призводить до гомогенізації технологічного стеку.

Перспектива переходу до агентного підходу (Agentic AI), де система автономно планує та виконує задачі, наразі залишається дискусійною. Концепція «vibe coding» є прийнятною для швидкого прототипування, але несе значні ризики для стабільності та надійності складних систем. Зростає необхідність зміни ролі розробника з «того, хто пише код» на «архітектора та аудитора», здатного оцінювати ризики та верифікувати результати роботи агентів.

Практичний досвід впровадження ШІ демонструє, що безконтрольне використання генераторів коду призводить до збільшення навантаження на процеси code review. Перевірка низькоякісного, але синтаксично правильного коду, згенерованого ШІ, вимагає від рецензентів значних зусиль, що часто нівелює вигоду у часі на етапі написання. До того ж збільшуються ризики пропуску неякісного коду через природу процесу code review. Крім того, спостерігається ризик виникнення "демографічної ями" кваліфікації: масове делегування базових задач штучному інтелекту позбавляє початківців необхідної практики, що в середньостроковій перспективі може призвести до дефіциту компетентних інженерів, здатних розуміти глибокі архітектурні принципи.

Висновки роботи підтверджують, що хоча ШІ-асистенти забезпечують приріст продуктивності у короткостроковій перспективі, це часто відбувається коштом зниження якості архітектури та накопичення технічного боргу. Для нівелювання виявлених ризиків необхідно адаптувати процеси розробки: змістити акцент на верифікацію та автоматизоване тестування, впровадити обов'язкове використання сканерів вразливостей та інвестувати у навчання розробників принципам проєктування систем, стійких до помилок ШІ. Штучний інтелект є потужним мультиплікатором можливостей для сильних команд, але може стати катализатором деградації для слабких, тому ключовим фактором успіху стає інженерна зрілість та відповідальність.

Окремо варто наголосити на тому, що ШІ дійсно суттєво полегшив процес написання коду і тепер код генерується значно більше та це вимагає менше когнітивних зусиль розробників. З огляду на це ще більш критичним стає розуміння інженерами принципів побудови якісної архітектури програмного забезпечення. І саме навчання цим принципам має стати фокусом різноманітних навчальних закладів. Нині більшість навчальних програм великою мірою зосереджені на опануванні конкретних мов програмування та стеків технологій. Але якраз із цим ШІ дуже допомагає, тож варто зосередитись на глибинному вивченні принципів архітектури ПЗ, існуючих типів архітектури (Clean Architecture, Onion, Hexagonal, ECS тощо) та патернів проєктування.

Список використаних джерел

1. Agentic AI for Software: thoughts from Software Engineering community, 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2508.17343>
2. AI Agentic Programming: A Survey of Techniques, Challenges, and Opportunities, 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2508.11126>
3. GitClear. AI Copilot Code Quality - Evaluating 2024's Increased Defect Rate via Code Quality Metrics, 2025. URL: <https://gitclear-public.s3.us-west-2.amazonaws.com/GitClear-AI-Copilot-Code-Quality-2025.pdf>
4. How much AI coding tools speed up experienced open-source developers, 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2507.09089>
5. Security Weaknesses of Copilot-Generated Code in GitHub Projects: An Empirical Study, 2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2310.02059>
6. The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot, 2023. URL: <https://arxiv.org/pdf/2302.06590>
7. The Matthew Effect of AI Programming Assistants, 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2509.23261>
8. To vibe or not to vibe. URL: <https://martinfowler.com/articles/exploring-gen-ai/to-vibe-or-not-vibe.html>

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к.е.н., доцент

О.В. Міненко
*бакалавр, 4-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

РОЗРОБКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ОБЛІКУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

В умовах цифрової трансформації економіки та зростання фінансової активності населення актуальною стає проблема автоматизованого обліку та інтелектуального аналізу персональних фінансових даних. За даними досліджень, понад 60% користувачів не ведуть систематичного обліку власних витрат, що призводить до нераціонального розподілу коштів та неможливості довгострокового фінансового планування [1]. Водночас традиційні мобільні застосунки для фінансового менеджменту характеризуються надлишковою складністю інтерфейсу та високим бар'єром входження для пересічного користувача.

Месенджер Telegram із його відкритим Bot API та аудиторією понад 800 мільйонів активних користувачів створює унікальну платформу для реалізації персоналізованих фінансових сервісів без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення [2]. Інтеграція алгоритмів машинного навчання у такі сервіси дозволяє не лише фіксувати транзакції, але й формувати прогнози та адаптивні рекомендації.

Метою дослідження є розробка інтелектуальної системи обліку та прогнозування особистих фінансів у форматі Telegram-бота з використанням моделі лінійної регресії для прогнозування витрат та правил-орієнтованої системи (rule-based AI) для генерації персоналізованих рекомендацій.

Архітектура розробленої системи базується на модульному принципі та включає: асинхронний сервер на базі фреймворку Aiogram 3.x, реляційну базу даних SQLite для персистентного зберігання транзакцій, модуль машинного навчання на основі бібліотеки scikit-learn та підсистему візуалізації matplotlib. Структура бази даних реалізує зв'язок «один-до-багатьох» між таблицями clients та transactions через зовнішній ключ client_id, що забезпечує ізоляцію даних різних користувачів та ефективне масштабування системи.

Для прогнозування фінансових показників застосовано модель лінійної регресії, яка апроксимує залежність величини витрат від часового індексу. Математично модель описується рівнянням: $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$, де \hat{y} — прогнозоване значення витрат, x — порядковий номер періоду, β_0 та β_1 — коефіцієнти регресії, що визначаються методом найменших квадратів шляхом мінімізації функції втрат: $L(\beta) = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min$ [3]. Навчання моделі здійснюється динамічно на історичних даних конкретного користувача, що забезпечує персоналізацію прогнозів без необхідності централізованого збереження навчених моделей.

Модуль генерації рекомендацій реалізовано як експертну систему на основі продукційних правил виду IF-THEN. Базовою метрикою оцінювання фінансового стану обрано нормований середньомісячний баланс $\bar{V}_m = (\bar{I}_m - \bar{E}_m)$, де \bar{I}_m — середньомісячний дохід, \bar{E}_m — середньомісячні витрати. Система класифікує фінансовий стан користувача за п'ятирівневою шкалою: «критичний» ($\bar{V}_m < -2\bar{I}_m$), «попередження» ($-2\bar{I}_m \leq \bar{V}_m < -\bar{I}_m$), «увага» ($-\bar{I}_m \leq \bar{V}_m < 0$), «стабільний» ($0 \leq \bar{V}_m < \bar{I}_m$), «відмінний» ($\bar{V}_m \geq \bar{I}_m$). Кожному рівню відповідає набір текстових рекомендацій, адаптованих до конкретної фінансової ситуації.

Підсистема візуалізації формує комплексний графік із шістьма часовими рядами: накопичені фактичні та прогнозовані значення доходів, витрат і балансу. Застосування кумулятивних сум дозволяє наочно відстежувати динаміку фінансових потоків та оцінювати точність прогнозу моделі. Графічні звіти генеруються на сервері та передаються користувачеві як медіа-повідомлення Telegram.

Тестування системи на синтетичному наборі даних, що моделює типову фінансову поведінку українського користувача протягом 90 днів, підтвердило працездатність усіх модулів та адекватність прогнозних оцінок. Середня абсолютна похибка прогнозування (MAE) для короткострокових прогнозів (7-14 днів) склала 8-12% від фактичних значень, що є прийнятним результатом для задач персонального фінансового планування.

Таким чином, розроблена система демонструє доцільність інтеграції методів машинного навчання у месенджер-боти для вирішення задач персонального фінансового менеджменту. Перспективами подальших досліджень є впровадження більш складних прогнозних моделей (ARIMA, LSTM), розширення бази правил експертної системи та інтеграція з банківськими API для автоматичного імпорту транзакцій.

Список використаних джерел

1. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3rd ed. O'Reilly Media, 2023. 856 p.
2. Lusardi A., Mitchell O. S. The Economic Importance of Financial Literacy: Theory and Evidence. Journal of Economic Literature. 2014. Vol. 52(1). P. 5–44.
3. Telegram Bot API Documentation. URL: <https://core.telegram.org/bots/api> (дата звернення: 10.01.2026).

Науковий керівник: Н.О. Різун, к.т.н., доцент

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN STUDENTS' LIFE: HUMAN THINKING AND AI EXECUTION

Abstract. Artificial intelligence (AI), particularly generative AI, has rapidly become embedded in students' everyday academic routines. University learners increasingly use AI systems for a range of academic tasks. Although current debates often emphasize risks such as plagiarism, comparatively less attention is given to how AI can be integrated in ways that strengthen learning rather than substitute it. This article argues that responsible educational use of AI requires a clear division of roles: students must remain responsible for core cognitive processes, while AI may support the execution of academic tasks. Using a conceptual approach based on analysis of major policy documents and scholarly literature, the paper develops a Student–AI Partnership model that frames AI as an execution assistant rather than an intellectual author. The article further discusses risks of misuse, including academic dishonesty, loss of critical thinking, reduced originality, overdependence, and false confidence in AI-generated outputs. The paper concludes that higher education institutions should shift from prohibition to guided integration by promoting AI literacy, ethical use, verification practices, and process-based assessment models that evaluate students' reasoning and learning development.

Keywords: artificial intelligence, higher education, AI literacy, academic integrity, critical thinking

Introduction. Artificial Intelligence (AI) has become one of the most influential technologies shaping the daily lives of modern students. In higher education, students increasingly rely on AI tools not only to search for information but also to draft texts, translate academic content, summarize articles, organize notes, generate presentations, and plan study tasks [11]. This rapid integration of AI has created intense debate in educational communities: some argue that AI weakens learning by encouraging superficial work and academic dishonesty, while others emphasize its potential to improve learning efficiency and accessibility [1]. In practice, both perspectives may be valid depending on how AI is used. Therefore, rather than focusing on whether AI should be banned or embraced, it is more productive to clarify its appropriate role in education. The article emphasizes a balanced principle in which the student's role is to think, judge, and create meaning, whereas AI's role is to support academic task execution and the implementation of learning ideas.

Research Problem. The increasing availability of generative AI tools has created a new educational reality in which students can produce academically acceptable texts and tasks with minimal cognitive engagement. This development challenges traditional understandings of learning, authorship, and assessment in higher education. While AI can support productivity and enhance academic performance, uncontrolled use may lead to superficial learning, reduced analytical thinking, and weakened responsibility for academic work.

Research Gap. Although research on AI in education is expanding, existing discussions focus predominantly on risks such as plagiarism and academic dishonesty [1]. Comparatively less attention has been given to pedagogical frameworks that clearly distinguish human cognitive responsibility from AI-supported execution in learning processes [5]. Specifically, there remains a lack of conceptual models that define which learning activities must remain student-driven to ensure competence development and which activities can be ethically supported by AI as a technical and organizational tool [5]. Addressing this gap is essential for designing realistic institutional policies and assessment practices that preserve educational integrity while benefiting from AI-supported learning [12].

Aim of the Study. The aim of the article is to conceptualize the role of AI in students' academic life by defining a responsible division of roles between students and AI tools, in which students remain responsible for thinking and meaning-making, while AI supports task execution.

Objectives. To achieve this aim, the article pursues the following objectives: (1) to analyze the expanding use of AI tools in students' academic routines and its implications for learning quality; (2) to define the core cognitive responsibilities that must remain student-led in higher education; (3) to describe

AI-supported execution functions that can enhance performance without replacing intellectual engagement; (4) to propose a Student–AI Partnership model for responsible AI integration; and (5) to identify major risks of misuse while outlining institutional implications for assessment and teaching practice.

Research Questions. The article is guided by the following research questions: (1) which learning competences and cognitive processes must remain the student’s responsibility in AI-supported education; (2) in what ways AI can support academic execution without substituting critical thinking and argumentation; (3) what risks emerge when AI replaces student cognition, and how AI literacy can reduce these risks; and (4) how educational institutions should adapt teaching and assessment practices to integrate AI ethically and effectively.

Methodology. The article employs a conceptual and analytical research design grounded in a qualitative, literature-based approach. The study draws on document analysis of international policy frameworks and academic discussions on AI in education, including guidance from UNESCO, OECD, and European Commission publications, as well as peer-reviewed scholarship on AI literacy, academic integrity, and student learning. The analysis follows a thematic framework, identifying key patterns related to (a) the educational opportunities of AI, (b) risks of cognitive substitution, (c) requirements for responsible student engagement, and (d) institutional strategies for ethical integration. Based on these themes, the article develops a Student - AI Partnership model defining role distribution between student cognition and AI-supported execution. As a conceptual contribution, the paper does not aim to generalize empirical findings, but rather to provide a structured framework to inform further empirical research and educational policy design.

Discussion. AI is no longer a future trend; it is a current academic reality. In classroom practice and university settings, students increasingly use AI tools to support academic writing tasks (e.g., drafting, language revision, and paraphrasing) [5]. These tools have gained popularity in higher education due to their accessibility and strong capabilities in producing fluent, technically polished text [1]. Many students perceive AI as a shortcut that saves time, particularly in contexts characterized by heavy academic workload, strict deadlines, and limited individual feedback from instructors. From an educational perspective, it is unrealistic to expect students to avoid AI completely. The central challenge is ensuring that AI does not replace the cognitive processes that define learning, such as critical thinking and independent reasoning [4].

When students delegate core intellectual processes such as interpreting data, constructing arguments, analyzing sources, and evaluating evidence to generative AI systems, learning may become superficial because essential cognitive work is displaced by automated text generation rather than sustained analytical engagement [4], [6]. A student may submit a linguistically polished essay without fully understanding its content or being able to justify the reasoning behind it [8]. In such cases, AI does not support learning; instead, it substitutes for the learner’s cognitive work, which undermines the fundamental purpose of education and competence development [5]. Therefore, AI must be integrated responsibly, with clear boundaries between human thinking and technological assistance, ensuring that interpretation, evaluation, and argumentation remain student-led.

In education, the most valuable outcomes are not simply correct answers but the development of higher-order thinking abilities [9]. These include critical evaluation, reasoning, argumentation, creativity, ethical judgment, responsibility, decision-making, and self-reflection [10]. Such competences are deeply human because they involve not only logic but also values, cultural understanding, empathy, and personal experience [10]. In academic settings, students must learn how to ask meaningful questions, define problems, select relevant evidence, connect ideas logically, and defend opinions through well-structured arguments [2], [9].

If AI replaces these mental processes, students lose the opportunity to develop the competences that education is designed to build [4]. Although AI can generate grammatically correct language and coherent paragraphs, it cannot cultivate a student’s intellectual maturity or moral responsibility, which depend on independent reasoning and reflective learning processes [1], [12]. Therefore, the student’s primary responsibility remains to interpret information critically, evaluate correctness, determine relevance, develop independent arguments, and take full ownership of academic work [5], [12]. In this

framework, AI should not be viewed as an author of academic work, but as an assistant supporting the student's execution after thinking has occurred [1], [5].

Once a student has generated initial ideas, established learning goals, and developed a work plan, AI tools can become highly useful. In this sense, AI should be understood not as a thinking agent but as an execution assistant that supports the implementation of academic tasks and improves efficiency [5]. AI can help students complete academic work more quickly and effectively, particularly in the technical, linguistic, and organizational aspects of writing and studying [5]. For example, AI can assist in formatting and structuring essays, improving grammar, vocabulary, and style, summarizing academic texts (after students have read and understood them), generating outlines, comparisons, and tables, and organizing references [7]. In these cases, the student remains the intellectual author, while AI functions as a technical helper, supporting performance rather than replacing cognition [5]. This distinction is crucial: AI may enhance presentation and efficiency, but intellectual responsibility remains with the student [1].

A practical model for responsible AI integration is a partnership in which both sides have clearly defined roles [5]. The student defines learning goals, selects the topic, determines the argument, evaluates accuracy, and takes responsibility for the final product, while AI supports execution by providing structure, suggesting improvements in expression, accelerating routine tasks, and assisting with study and revision [8]. Such a partnership can increase productivity while still requiring genuine learning, because it positions AI as a support mechanism rather than a substitute for cognition [7]. It also reflects workforce trends: in many professions, the most successful individuals will be those who can think critically and strategically while using AI as a tool for implementation [3], [9]. From the perspective of university teaching practice, this model is particularly important, as instructors increasingly observe that students may submit polished texts that lack conceptual depth, suggesting that the main challenge is not writing quality but intellectual engagement and reasoning [1]. Therefore, education must emphasize thinking, analysis, and reflective reasoning, while allowing AI to assist with technical execution [5], [9].

Risks of Misuse and the Need for AI Literacy. Although AI offers significant benefits, misuse can damage students' development. The main risks include academic dishonesty, loss of critical thinking, reduced creativity and originality, dependence on AI for simple tasks, and false confidence when students trust incorrect AI outputs [1], [4]. A critical problem is that AI can produce fluent and convincing text even when its content is inaccurate, which can mislead students and reduce epistemic vigilance in academic work [5]. Therefore, students must develop AI literacy - an essential competence in higher education, comparable to digital literacy - which includes the ability to verify sources, question outputs, recognize limitations, and understand that AI responses represent probabilistic text generation rather than truth [3], [12].

Educational Implications. Educational institutions should not simply prohibit AI. Instead, they should promote ethical AI use, train students to verify and cite AI-supported work, encourage process-based assessment through drafts and reflection tasks, strengthen higher-order skills such as analysis, critique, and argumentation, and support teachers in integrating AI responsibly. If AI becomes part of education, assessment must evolve accordingly. The focus should shift from memorizing facts to demonstrating thinking, reasoning, and problem-solving, including oral defence and reflective explanation of learning choices.

Conclusion. AI is transforming students' academic life. Its influence can be either beneficial or harmful, depending on how it is used. A balanced approach is to define roles clearly: students must remain responsible for thinking and meaning-making, while AI supports execution. Students may use AI to increase efficiency and improve the technical quality of academic work, but not to replace reasoning, responsibility, or independent judgment. When AI functions as an execution tool rather than a substitute for cognition, students remain creators of meaning and knowledge, and education is strengthened through deeper intellectual development. Therefore, higher education must integrate AI through clear ethical guidance, AI literacy development, and assessment practices that prioritize thinking over output.

References

- [1]. Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228–239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- [2]. Deane, P., & Song, Y. (2015). The key practice, discuss and debate ideas: Conceptual framework, literature review, and provisional learning progressions for argumentation. *ETS Research Report Series*, 2015(1), 1–21. <https://doi.org/10.1002/ets2.12079>
- [3]. European Commission. (2022). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators. Publications Office of the European Union.
- [4]. Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- [5]. Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [6]. Lee, H.-P. H., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713778>
- [7]. Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/4/410>
- [8]. Mogavi, R. H., Deng, C., Kim, J. J., Zhou, P., Kwon, Y. D., Metwally, A. H. S., Tlili, A., Bassanelli, S., Bucchiarone, A., Gujar, S., Nacke, L. E., & Hui, P. (2024). ChatGPT in education: A blessing or a curse? A qualitative study exploring early adopters' utilization and perceptions. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(1), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100027>
- [9]. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *The future of education and skills: Education 2030 (OECD Learning Compass 2030)*. OECD.
- [10]. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Transformative competencies for 2030*. OECD.
- [11]. Sousa, A. E., & Cardoso, P. (2025). Use of generative AI by higher education students. *Electronics*, 14(7), 1258. <https://www.mdpi.com/2079-9292/14/7/1258>
- [12]. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.

Scientific adviser: Ia Khasaia, Ibraim Didmanidze

М.Г. Балтакса
магістр, 2-й рік навчання
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ТА ТОЧНОСТІ МОДЕЛЕЙ LSTM І TRANSFORMER У ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Сучасні електроенергетичні системи функціонують в умовах підвищеної невизначеності, що зумовлена стохастичною природою споживання електроенергії, наявністю аномальних режимів роботи, раптовими піковими навантаженнями, а також пропусками та спотвореннями у вимірвальних даних. Зазначені фактори істотно ускладнюють побудову точних і надійних моделей прогнозування, особливо у випадку багатовимірних часових рядів, характерних для реальних технічних процесів. У цьому контексті актуальним є дослідження потенціалу сучасних методів глибокого навчання, зокрема рекурентних нейронних мереж типу LSTM та архітектур

класу Transformer, з позицій їх прогнозної точності, стійкості до аномалій і здатності узагальнювати складні нелінійні закономірності.

У роботі здійснено порівняльний аналіз моделей LSTM і Transformer на основі реального датасету електричних навантажень **Electricity Load Diagrams 2011–2014**, який містить годинні вимірювання споживання електроенергії для 370 об'єктів протягом тривалого періоду. Характерною особливістю набору даних є висока фрагментованість, нерегулярна структура та значна кількість пікових значень, що не мають стабільних періодичних компонентів. З огляду на це датасет є репрезентативним для оцінювання поведінки моделей у наближених до практичної експлуатації умовах, де на прогнозування впливають як нормальні коливання попиту, так і неочікувані аномальні ситуації.

Оцінювання ефективності моделей здійснювалося на незалежному тестовому наборі із застосуванням метрик **MAE** та **RMSE**, які дозволяють кількісно виміряти середню абсолютну похибку та чутливість моделей до великих відхилень. Отримані результати продемонстрували близькі значення точності для обох архітектур: для моделі LSTM MAE становило **37.44**, RMSE – **200.56**, тоді як для Transformer відповідно MAE = **37.50** та RMSE = **200.56**. Така подібність показників свідчить про коректність обраної методології навчання, адекватну підготовку даних, а також здатність обох моделей відтворювати латентні трендові компоненти у складному часовому ряді.

З урахуванням високого рівня шуму та нерегулярності вихідних даних отримані значення MAE та RMSE можна оцінювати як достатньо високий рівень ефективності. У практичних системах прогнозування електроспоживання допустимою вважається похибка, співвідносна з 10–20% від масштабів пікових значень, оскільки екстремальні сплески навантаження часто є наслідком зовнішніх факторів, які не відображені у часовому ряді й не можуть бути коректно передбачені без додаткової екзогенної інформації. Аналіз прогнозів показав, що за умов хаотичної структури даних обидві моделі не намагаються відтворювати випадкові одиничні піки, натомість формують згладжений прогноз, орієнтований на найбільш імовірний рівень споживання. Такий підхід є методологічно обґрунтованим, оскільки неперіодичні сплески не мають стійких закономірностей і можуть бути пов'язані з подіями, які відсутні у вхідних ознаках.

Окрему увагу приділено оцінюванню стійкості моделей до аномалій. Експерименти із додаванням шуму та частковим спотворенням даних показали, що як LSTM, так і Transformer зберігають стабільні значення похибок і не демонструють суттєвої деградації якості прогнозування. Модель LSTM характеризується вираженою здатністю до згладжування та пригнічення локальних викидів, тоді як Transformer, завдяки механізму самоуваги, ефективно враховує ширший контекст часових залежностей і знижує вплив одиничних аномальних спостережень на результат прогнозу.

Візуальний аналіз прогнозів підтвердив, що Transformer формує більш адаптивні та динамічні траєкторії прогнозування, краще реагуючи на зміну режимів навантаження, тоді як LSTM демонструє більш консервативну поведінку, генеруючи усереднені криві. Водночас за відсутності вираженої сезонності або стабільних циклічних закономірностей різниця між моделями суттєво зменшується, і обидві архітектури забезпечують порівняльний рівень точності.

Отримані результати дають підстави зробити висновок, що моделі глибокого навчання є доцільним інструментом прогнозування електроспоживання навіть за умов високої стохастичності та наявності аномалій. Transformer доцільно застосовувати у випадках, де необхідне моделювання складних багатовимірних взаємозв'язків і довготривалих часових залежностей, тоді як LSTM залишається ефективним рішенням для задач, зорієнтованих на локальні патерни та згладжене прогнозування. Проведене дослідження підтверджує практичну придатність обох підходів для використання в інтелектуальних енергетичних системах, зокрема у системах підтримки прийняття управлінських рішень.

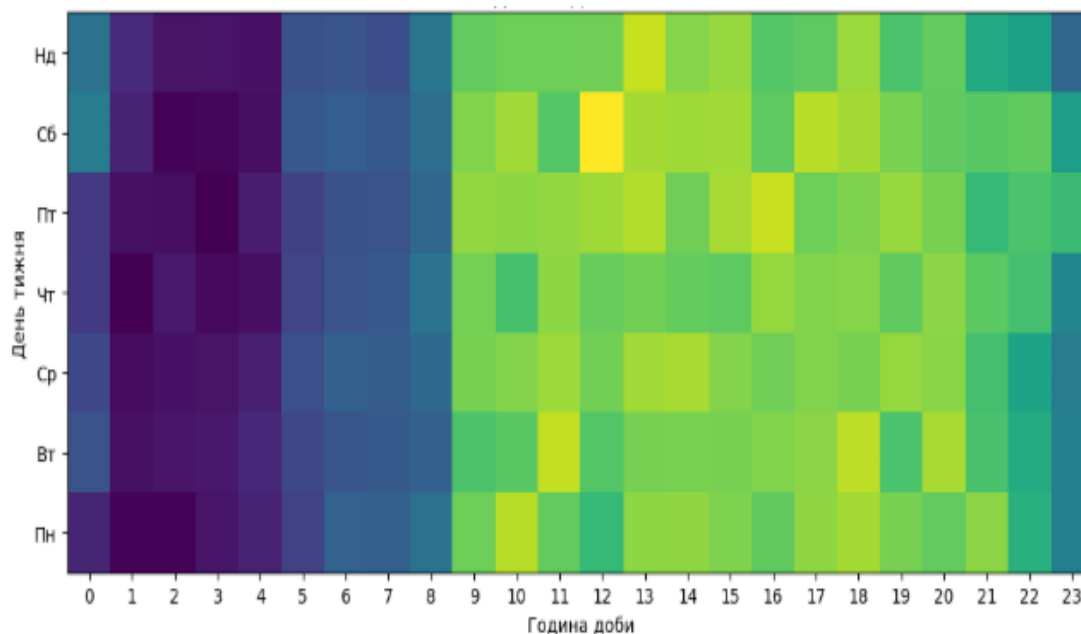


Рис. 1. Залежність годин доби активності споживання від дня тижня (теплова карта)

Список використаних джерел

1. Gandomi A., Haider M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics // *International Journal of Information Management*. 2015. Vol. 35, No. 2. P. 137–144.
2. Feedforward Neural Networks [Електронний ресурс] // Brilliant Math & Science Wiki. URL: <https://brilliant.org/wiki/feedforward-neural-networks/> (дата звернення: 12.11.2025).
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning* [Електронний ресурс]. Cambridge : MIT Press, 2016. URL: <https://www.deeplearningbook.org/> (дата звернення: 12.11.2025).
4. Принципи роботи нейронних мереж [Електронний ресурс] // ITMaster. 2023. URL: <https://itmaster.biz.ua/programming/vision/neural-networks-principles.html> (дата звернення: 12.11.2025).
5. Convolutional Neural Network [Електронний ресурс] // DeepAI. URL: <https://deepai.org/machine-learningglossary-and-terms/convolutional-neural-network> (дата звернення: 12.11.2025).

Науковий керівник: С.Л. Хрипко, доктор технічних наук, професор

EDUCATION OF STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS THROUGH MODERN TECHNOLOGIES

In the educational context, one of the primary responsibilities of teachers is to ensure equal access to high-quality education for all learners. According to the Convention on the Rights of the Child and the Law of Georgia on General Education, access to quality education is a fundamental right of every child, and the state guarantees its availability and openness throughout an individual's life.

Inclusive education ensures equal educational opportunities for all students while taking their individual needs into account. In this process, digital technologies play a significant role, as they offer a wide range of activities, strategies, and assistive tools aimed at ensuring the full participation of students with special educational needs in the learning process.

During working with students who have cognitive impairments, teachers may employ educational programs and applications that transform learning materials into visual representations, thereby facilitating better comprehension and information processing. The use of educational online games tailored to students' individual needs is also highly effective, as such tools enable learning in a simple, engaging, and motivating manner, increasing both student participation and motivation.

Students with disabilities may experience various types of impairments, including autism spectrum disorders, traumatic brain injury, emotional disorders, visual impairments, speech and language development disorders, intellectual disabilities, and orthopedic impairments, all of which may affect an individual's functional abilities. For instance, in schools where blind or visually impaired students are enrolled, electronic Braille systems may be used. Braille is based on different combinations of six raised dots and is widely used to teach reading and writing to blind students. Today, Braille displays can be connected to computers to convert on-screen information into Braille text, thereby enabling blind learners to access digital and internet-based resources.

Teachers may also utilize audiobooks, enlarged font sizes, text-to-speech technologies, and voice-recording software that allows students to record lessons and listen to them later. For students with hearing impairments or complete hearing loss, various technologies can be applied, including sound amplification devices, the replacement of audio signals with text, subtitles for video materials, and the use of visual narratives and multimedia tools alongside verbally delivered content.

To support the achievement of educational objectives, a wide range of digital tools has been developed, including:

- **TactPlus** – a tactile device incorporating Braille and 3D images, designed for individuals with visual impairments, which facilitates information delivery and learning.
- **Seeing AI** – a free mobile application that assists users in understanding their surrounding environment. The application uses artificial intelligence to describe people, text, currency, colors, and objects, providing auditory information.
- **OneStep Reader** – a mobile application for blind, visually impaired, or dyslexic users that converts written text into both audio format and Braille.
- **Handheld Electronic Magnifier** – an electronic magnification device designed for individuals with visual impairments to digitally enlarge text and images.
- **Clevy Keyboard** – a specialized keyboard used with students who have special educational needs and motor impairments.
- **specialeducation.ge** – a Georgian digital platform designed for students with special educational needs who follow an alternative national curriculum.
- **kurzweiledu.com** – a platform that enables the conversion of theoretical learning materials into audio format, primarily intended for students with visual impairments.
- **saba.com.ge** – an electronic book platform that provides access to audiobooks.

In conclusion, digital technologies and their associated applications make the learning process more adaptable and inclusive. They enable students with special educational needs and disabilities to access continuous, individualized education at any time and from any location.

References:

1. Dgebuadze, M., & Giorgadze, M. (2015). *The Role of Using Multimedia Tools in the Teaching Process*. In Education, Research, Practice – Proceedings. International Scientific Conference, Telavi State University named after Iakob Gogebashvili. Telavi.
2. Machkhaneli, N. (May 2023). *Digital Resources and Their Importance in the Educational Process*. Retrieved December 18, 2024, from <https://mastsavlebeli.ge/?p=36554>
3. Mikiashvili, M. (January 2023). *Electronic Georgian Braille Font*. Retrieved January 15, 2025, from <https://csogeorgia.org/ge/post/brailis-elektronuli-kartuli-shrifti-da-organizatsia-mariani>
4. Nikabadze, V., Eradze, M. (2022). *Transforming the Learning Process through the Use of Technology: A Practical Guide for Schools*. World Vision Publishing House. Tbilisi.
5. Pachkoria, T., Chincharauli, T., Laghidze, A., & Bagrationi, M. (2011). *Inclusive Education: A Guide for Teachers*. National Curriculum and Assessment Center. Tbilisi.
6. Tkeshelashvili, Sh. (2021). *The Use of Teaching and Learning Strategies for Students with Special Educational Needs*. Ministry of Education and Science of Georgia. Tbilisi.
7. Gill, A. (January 2025). *25 Best Websites for Teachers in 2025*. Retrieved from <https://www.splashlearn.com/blog/best-websites-for-teachers/>

Scientific adviser: Darejan Geladze, Madlena Davitadze

Giuli Geladze
Batumi Shota Rustaveli State University

SAFETY STANDARDS FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN GENERAL EDUCATION SCHOOLS

The use of digital technologies in the teaching and learning process plays a significant role in the upbringing, education, and overall development of future generations. However, interaction with the digital environment, alongside its benefits, also entails certain risks, including copyright infringement, illegal acquisition of information, and the dissemination of false or misleading content.

Teachers, students, and parents in general education schools must recognize the importance of the purposeful use of information and communication technologies (ICT) in the educational process. When using digital tools, they should be guided by the **Professional Standard for ICT Teachers at the Primary, Basic, and Secondary Levels**, ensuring that digital resources and technologies are used in full compliance with legal and ethical norms. In the use of ICT, accepted standards of ethical behavior on the internet and social networks must be observed, including the protection of both personal and others' personal data. Teachers must be familiar with relevant international and Georgian legislation, respect intellectual property and copyright, understand proper source documentation in accordance with ethical citation standards, and be able to identify and apply licenses for open educational resources.

Teachers should provide students with comprehensive information about the strengths and limitations of digital technologies in order to ensure compliance with legal and ethical norms in the digital space. In particular, illegal copying of software constitutes a violation of the law; digital materials are protected by copyright even when this is not explicitly stated in the documentation. Consequently, unauthorized copying and the use of illegal copies are prohibited. The absence of technical copy protection does not grant permission to reproduce software, and illegal copying also causes harm to content creators and authors.

Compliance with legal and ethical standards has a direct impact on students' social, academic, and personal development. Through adherence to these norms, students learn to respect the work of others and understand that appropriating another person's work is unethical. Teachers must recognize their responsibility for students' social and personal development and actively contribute to the formation of

ethical values and the development of skills that support responsible, fair, and informed behavior in the digital environment.

The disclosure of personal information is strictly prohibited, as online interactions carry risks associated with communication with unknown individuals, some of whom may have malicious intentions. Online communication differs significantly from face-to-face interaction, as it lacks voice tone, facial expressions, and real emotions, which increases the risk of adolescents being misled or manipulated.

Using digital technologies, it is also essential to ensure the protection of human rights, including freedom of expression, the right to privacy, the right to education, and access to information. Schools must ensure students' safe navigation in the online environment and support the development of digital citizenship competencies.

The use of digital technologies not only facilitates the achievement of learning outcomes across various disciplines but also promotes the development of students' digital competencies. These competencies include cognitive and digital skills, as well as the ability to create, use, and share information in ways that support safe, fair, and ethical participation in online environments. Such competencies are essential for the formation of responsible digital citizens who independently develop knowledge and practical skills for the effective use of digital technologies.

A digital citizen must understand that digital participation involves not only rights but also duties and responsibilities, including the obligation to use digital tools exclusively for educational purposes and to refrain from copying or distributing the work of others without permission. In the process of using technology, digital citizens are accountable for their actions, make ethical decisions in the digital environment on issues such as cyberbullying, unauthorized disclosure of personal information, and copyright protection, and maintain the expectation that their rights will be respected and protected in digital spaces.

References:

1. Professional Standard for Information and Communication Technology Teachers at the Primary, Basic, and Secondary Levels. Retrieved December 12, 2025, from https://old.tpdg.ge/uploads/pdf_documents/informaciuli%20standarti.pdf
2. Zivzivadze, M. (2016). *Certain Issues of Internet Use by Students*. In Proceedings of the 7th International Scientific and Methodological Conference of the Faculty of Pedagogy, Akaki Tsereteli State University. Kutaisi.
3. Iavich, M., & Iashvili, G. (2020). *Internet Safety Guide for Children Aged 6–11*. Tbilisi.
4. Iavich, M., & Iashvili, G. (2020). *Internet Safety Guide for Children Aged 12–18*. Tbilisi.
5. Ingorokva, N., & Bochorishvili, M. (2020). *Teacher's Book*. Teacher Professional Development. National Center for Educational Development, Tbilisi.
6. Kobakhidze, T. (2017). *Teachers, Students, Parents, and the Internet*. Tbilisi.
7. Labartkava, N. (2016). *The Importance of Digital Literacy in the Modern Era*. *Teacher Journal*, No. 5.
8. Lobjanidze, S., Sikharulidze, M., & Urchukhashvili, G. (2024). *Digital Citizenship in General Education Schools of Georgia*. Publishing House of the National Center for Teacher Professional Development, Tbilisi.
9. Tepnadze, T. (2023). *Safe Internet for Children and Best Practices of European Countries*. *My Lawyer Journal*, Tbilisi.

Scientific adviser: Darejan Geladze, Madlena Davitadze

АЛГОРИТМІЧНІ ПІДХОДИ ДО АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ КЛІЄНТСЬКОЮ БАЗОЮ

У сучасних умовах розвитку технологій та бізнес-процесів особливу роль відіграють інформаційні системи призначені для зручного аналізу та використання інформації. З дуже шибким зростанням баз даних з клієнтами виконувати сортування або розподіл задач стає дуже малоефективним. Одними із найпоширеніших інформаційних систем є CRM-системи різного роду та вигляду, такі системи допомагають орієнтуватись у базах даних, розподіляти задачі тощо. Більшість таких систем мають лише деякі переваги у сучасному світі, що перешкоджає розвитку компаній та роботі працівників. У зв'язку з цим стає актуальною задача зробити автоматизовану систему здатну забезпечити ефективний, зручний та швидкий розподіл задач.

Дуже багато компаній використовує системи в яких потрібно спочатку вносити свою базу даних, потім її редагувати, розподіляти все вручну та знаходити працівників самому. Є випадки коли працівники працюють тільки з Word документами де мають все робити самі, слідкувати хто яке завдання взяв та хто коли його виконав. Така позиція є вкрай не правильною та проблемною, через великий вплив людського фактору та не організацію процесу велика кількість інформації залишається за бортом або зникає без вісті.

В рамках цієї роботи буде розглянуто середовище для здійснення автоматизованого розподілу задач, яка передбачає використання алгоритмічного підходу. До основних параметрів задач належить рівень складності номеру та рівень професіоналізму співробітника. Використання таких параметрів дозволяють правильно та швидко розподілити задачі між робітниками через збалансований та адаптивний механізм призначення задач.

Мною було реалізовано практичну частину роботи автоматизованої системи керування клієнтською базою з вбудованим модулем розподілу задач. Для більшої зручності я обрав архітектуру програмного забезпечення яка базується на логічному розподілі на frontend та backend частини. Клієнтська частина відповідає за взаємодію з користувачем, відображення клієнтських даних, списків і результатів їх виконання. Адміністратор є ключовою фігурою у розподілі задач, через його інтерфейс проходить збір та розподіл даних для користувачів, додавання нового співробітника, видалення або редагування даних. Бізнес-логіку системи реалізують алгоритми розподілу задач завдяки яким є можливим взаємодія з базою даних.

Для збереження інформації в системі керування клієнтською базою використовується реляційна база даних, у якій зберігаються дані про клієнтів, користувачів системи та результатів їх роботи на пряму у системі. Така структура забезпечує цілісність даних і дозволяє ефективно використовувати операції пошуку, фільтрації, редагування та фільтрації даних. Алгоритм автоматизованого розподілу задач реалізовано з урахування конкретних індексів складності та компетентності користувачів, що дає змогу мінімізувати перенавантаження окремих робітників і підвищити загальну продуктивність системи.

У процесі роботи адміністратор загрузає файл Excel з номерами у систему яка перевіряє чи є нові номери у файлі, якщо є тоді система сама записує їх у базу даних, якщо є повтори або помилки система пропускає їх та надає повідомлення для користувача. Після того як пройшла перевірка на нові дані, система одразу розподіляє номери між співробітниками за їх індексом. Такий вплив дозволяє зменшити вплив людського фактору на роботу, скоротити час на прийняття рішень і забезпечити більш об'єктивний розподіл робочого навантаження. Також, реалізовано високоефективний механізм збереження історії призначень, що створює передумови для подальшого аналізу ефективності роботи персоналу та розвитку.

Під час практичної реалізації інформаційної системи було створено програмне рішення, яке забезпечує обробку вхідних даних, починаючи з імпорту даних і закінчуючи формуванням звіту. Структура системи орієнтована на роботу з великими обсягами даних та враховує специфіку

реальної роботи компаній. Більш того, система оснащена необхідним швидким алгоритмом перевірки даних який мінімізує людський вплив на роботу з даними та їх обробку.

Отже, результати проведеного дослідження свідчать, що застосування алгоритмічного підходу у системі автоматизованого розподілу задач є не тільки ефективним але і зручним способом керування клієнтською базою. Система може використовуватися практично, для оптимізації процесів в організаціях, щоб нові працівники працювали краще, і витрати на програмне зменшувалися. Отримані дані підтверджують актуальність обраної теми та перспективність подальшого розвитку подібних інформаційних систем.

Таблиця.1

Функціональні модулі автоматизованої системи

Модуль системи	Опис функціоналу
Модуль керування клієнтською базою	Зберігання, редагування та пошук інформації про клієнтів, перевірка унікальності даних
Модуль імпорту даних	Завантаження клієнтських номерів з файлів Excel, валідація та фільтрація помилкових записів
Модуль розподілу задач	Автоматизований розподіл задач між співробітниками на основі індексів складності та компетентності
Модуль адміністрування	Керування користувачами системи, додавання, редагування та видалення співробітників
Модуль взаємодії з БД	Забезпечення збереження даних, виконання запитів та підтримка цілісності інформації
Модуль аналітики	Збереження історії призначень та підготовка даних для подальшого аналізу ефективності роботи

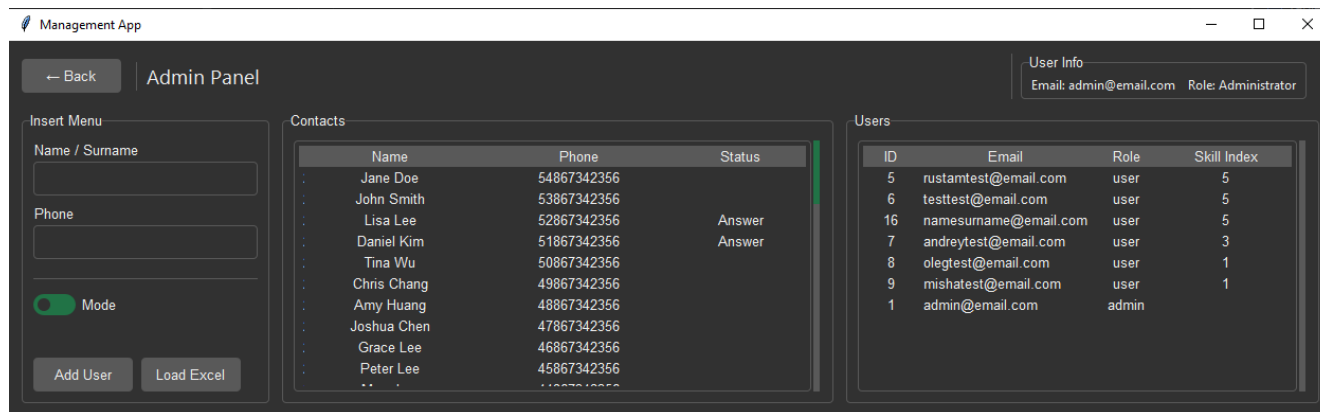


Рис. 1 Автоматизована система керування клієнтською базою та розподілом задач

Список використаних джерел

1. Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems. – Pearson Education, 2020. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3794844>
2. Microsoft Docs — Architecture of modern applications. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/architecture-styles/>
3. Oracle Documentation — Database Concepts. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/19/cncpt/introduction-to-oracle-database.html#GUID-166C1E31-CDBC-47D9-867A-3D4C9AAC837D>
4. Sommerville I. Software Engineering – Pearson 10th Edition, 2016. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

https://library.uniq.edu.iq/storage/books/file/GlobAl_EdiTioN_Software_Engineering_TENT/1666078186GlobAl_EdiTioN_Software_Engineering_TENT.pdf

5. Salesforce — What is CRM? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.salesforce.com/crm/what-is-crm/>

6. Pandas Documentation — Excel File Processing. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pandas.pydata.org/docs/reference/api/pandas.read_excel.html

7. HubSpot — CRM Software Explained. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.hubspot.com/crm>

8. Martin R. C. — Clean Architecture Concepts. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>

9. SQLite — Why SQLite? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sqlite.org/whentouse.html>

Науковий керівник: І.В. Рижков, д-р тех. наук, доцент

Р.О. Шибанов
*магістрант, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

ГНУЧКА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОПИТУВАННЯМИ ТА АНКЕТАМИ У КОРПОРАТИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT DYNAMICS 365 CRM

У сучасних умовах цифровізації бізнес-процесів корпоративні інформаційні системи відіграють ключову роль у забезпеченні прозорості управління та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Особливе значення мають CRM-системи, які використовуються для централізованого зберігання даних про клієнтів, взаємодію з ними та результати діяльності менеджерів.

Одним із важливих напрямів використання CRM є проведення аудитів, перевірок та опитувань, пов'язаних з контролем дотримання стандартів, оцінювання якості роботи персоналу та виконання маркетингових програм. Проте аналіз стандартного функціоналу Microsoft Dynamics 365 CRM показує, що система не надає достатньо гнучких інструментів для реалізації повноцінного анкетування з підтримкою шаблонів, різних типів питань та можливістю подальшої аналітичної обробки результатів.

Це зумовлює необхідність розробки спеціалізованої підсистеми анкетування, інтегрованої у CRM-середовище та адаптованої до реальних бізнес-процесів підприємства.

У практичній діяльності підприємств процеси аудиту часто супроводжуються використанням паперових анкет, електронних таблиць або неструктурованих текстових записів. Такий підхід ускладнює планування перевірок, порівняння результатів у динаміці та формування аналітичної звітності. Крім того, відсутність єдиного інструменту ускладнює контроль діяльності аудиторів та призводить до суб'єктивності оцінювання.

Основною проблемою є протиріччя між складністю бізнес-процесів аудиту та рівнем їх автоматизації у стандартних CRM-рішеннях. Зокрема, у Microsoft Dynamics 365 CRM відсутні механізми динамічного формування анкет, повторного використання питань, гнучкого налаштування структури анкети без залучення програміста.

Метою дослідження є розробка гнучкої системи управління опитуваннями та анкетами, яка забезпечує автоматизацію збору результатів аудиту, їх збереження у CRM та подальший аналіз.

Запропонована підсистема реалізується як логічно відокремлений компонент Microsoft Dynamics 365 CRM on-premise та інтегрується з базовими бізнес-сутностями, такими як організація, візит, інтерес та звернення. Основою підсистеми є набір кастомних сутностей, що описують шаблони анкет, питання, варіанти відповідей та результати опитувань.

Ключовим принципом побудови системи є конфігураційний підхід, за якого структура анкети, типи питань і логіка відображення інтерфейсу визначаються моделлю даних, а не

програмним кодом. Це дозволяє змінювати анкету без повторної розробки програмних компонентів.

Для реалізації клієнтського інтерфейсу використано веб-ресурс CRM з фреймворком Vue.js, що забезпечує динамічне відображення питань, автоматичну зміну типів полів введення та миттєве збереження відповідей за допомогою Xrm.WebApi.

Робота розробленої підсистеми анкетування базується на послідовному алгоритмі, що забезпечує інтеграцію процесу опитування з бізнес-контекстом CRM-системи. Узагальнений алгоритм функціонування підсистеми наведено нижче.

На першому етапі користувач (аудитор) ініціює створення анкети безпосередньо з картки бізнес-сутності Microsoft Dynamics 365 CRM (організація, візит або звернення). Підсистема автоматично визначає контекст запуску та виконує завантаження конфігураційних налаштувань, які визначають доступні шаблони анкет для поточного сценарію.

На другому етапі здійснюється формування анкети на основі обраного або шаблону за замовчуванням. Підсистема динамічно завантажує перелік питань, їх типи та пріоритети, після чого формує інтерфейс анкети без необхідності перезавантаження сторінки. Типи полів введення автоматично визначаються атрибутом типу результату питання.

На третьому етапі користувач заповнює анкету. У процесі заповнення система забезпечує миттєве збереження відповідей або їх пакетну фіксацію у CRM. За необхідності аудитор може додавати додаткові питання до анкети, що реалізовано без зміни базового шаблону та без втручання у програмний код.

На завершальному етапі результати анкетування зберігаються у вигляді пов'язаних записів CRM із прив'язкою до відповідної бізнес-сутності. Це забезпечує можливість подальшого аналізу, фільтрації та використання отриманих даних у звітності та управлінських процесах підприємства.

Розроблена підсистема забезпечує:

- формування анкет на основі шаблонів;
- підтримку різних типів відповідей (логічні, текстові, числові, вибір зі списку);
- можливість додавання питань у процесі заповнення анкети;
- автоматичне збереження результатів з прив'язкою до бізнес-контексту CRM.

Запропоноване рішення дозволяє суттєво підвищити ефективність планування та проведення аудитів, зменшити вплив людського фактору та створити основу для подальшої аналітики результатів перевірок.

У роботі запропоновано підхід до побудови гнучкої підсистеми анкетування у корпоративному середовищі Microsoft Dynamics 365 CRM. Реалізоване рішення підтверджує можливість розширення стандартного функціоналу CRM шляхом створення конфігураційно керованих підсистем, орієнтованих на потреби конкретного підприємства. Отримані результати можуть бути використані для автоматизації аудиту, контролю діяльності персоналу та прийняття управлінських рішень на основі структурованих даних.

Науковий керівник: Н.О. Різун, к.т.н., доцент

Р.В. Байматов
*магістрант, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні Науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕСТУВАННЯ USB-ГЕЙМПАДІВ НА ОСНОВІ XINPUT ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ З DIRECTINPUT

У сучасних комп'ютерних системах USB-пристрої широко використовуються в різноманітних середовищах, від звичайного користування в домашньому середовищі до професійних, технічних і наукових сферах, зокрема у сфері комп'ютерних ігор, симуляторів. Одними з найпопулярніших USB пристроїв цієї категорії є геймпади, вони ж ігрові маніпулятори,

які поєднують цифрові кнопки, аналогові осі (і в деяких випадках навіть лицеві кнопки є аналоговими), тригери та інші додаткові елементи. Перевірка працездатності таких пристроїв часто зводиться до доволі простої перевірки натискань кнопок щоб перевірити чи є від них сигнал, якісь механічні перевірки тощо. Але це не дозволяє наприклад оцінити якість аналогових сигналів, стабільність роботи та наявність прихованих дефектів, зокрема дрейфу стіків (англ. stick drift), що є доволі розповсюдженою і неавтономною проблемою в суспільстві ентузіастів, інженерів таких пристроїв та й взагалі звичайних користувачів.

В рамках цієї роботи буде розглянуто середовище операційної системи Windows, де для роботи з маніпуляторами зазвичай застосовуються два API (Application Programming Interface), DirectInput (1995р) та XInput (2005р). Їх розгляд буде здебільшого з фокусом на програмну діагностику. DirectInput забезпечує універсальний доступ до HID-пристроїв і дозволяє працювати з широким спектром ігрових маніпуляторів (наприклад маніпулятори, що імітують кермо автомобіля чи джойстики для авіасимуляторів та інші). Але у контексті програмної діагностики цей інтерфейс має певні принципи обмеження. Варто почати з того, що DirectInput не гарантує якусь стандартну інтерпретацію аналогових елементів, тобто різні виробники по-різному задають діапазони осей, порядок їхнього розташування та логіку обробки кнопок, це значно ускладнює створення якоїсь єдиної системи діагностики з результатами що легко можна порівняти між різними моделями пристроїв.

Також, одним з обмежень DirectInput є спосіб обробки аналогових тригерів XUSB-контролерів (Xbox Universal Serial Bus). У рамках цього інтерфейсу лівий і правий тригери пристрою об'єднуються в одну вісь з протилежними напрямками відхилення. Так сталося внаслідок особливості припущень DirectInput щодо центрованого стану осей при відсутності взаємодії від користувача. Вже через це незалежний аналіз лівого та правого тригера стає неможливим, що унеможливує коректну оцінку їхнього ходу, стабільності сигналу та зношеності при програмній діагностиці. Окрім цього, DirectInput не має стандартизованого доступу до ефектів вібрації сучасних геймпадів, не підтримує отримання інформації про допоміжні аудіопристрої, підключені через такий контролер. Роблячи висновок щодо цього інтерфейсу з погляду на задачі тестування маємо, що перевірка частини функціональних можливостей пристрою або потребує використання нестандартних рішень, або взагалі є неможливою. Тож, DirectInput у більше придатний для виявлення самого факту наявності підключення через відкриту інформацію щодо свого пристрою ніж для їх діагностики.

Таким чином, XInput, у свою чергу є орієнтованим на роботу з сучасними геймпадами та надає стандартизований формат даних для опису стану контролера. Кожен аналоговий елемент керування (стіки та тригери) представлений окремим значенням з чітко визначеним діапазоном, що, власне, створює передумови для коректного порівняльного аналізу та обробки сигналів. Ще одною великою перевагою XInput є передбачувана модель опитування пристрою, яка не залежить від конкретної реалізації драйвера виробника, тобто отримані сигнали є однаковими між різними пристроями, що спрощує створення інструментів програмної діагностики і дає підтримку абсолютної більшості, якщо не всіх, пристроїв що працюють через цей інтерфейс. Проте все ж таки XInput має власні обмеження, зокрема підтримку лише обмеженої кількості одночасно підключених контролерів, а саме 4, що, напевно, сталося через портування інтерфейсу з консолей XBOX для роботи з персональними комп'ютерами. Інше обмеження, більш впливове на якість тестування - відсутність прямого доступу до ідентифікаторів виробника і продукту (VID і PID), що привносить деякі проблеми з коректною ідентифікацією пристрою.

З огляду на все це, у межах даної роботи XInput було обрано як основу практичної реалізації програмного модуля тестування, так як з огляду на всі недоліки, використовувати DirectInput не є доцільним. Метою роботи є практична реалізація програмного модуля тестування USB-геймпадів на основі XInput. Реалізований модуль стане частиною прикладного програмного забезпечення для комплексного тестування USB-пристроїв та є орієнтованим на отримання інформації щодо роботи геймпада. Сама імплементація доступу до геймпада виконана шляхом прямої взаємодії з бібліотекою xinput1_4.dll за допомогою бібліотеки ctypes мови програмування Python. Такий підхід дозволив отримувати стан кнопок, значення тригерів і координати аналогових стіків, так як дає прямий доступ до функцій DLL через підтримку C-сумісних даних,

таким чином було обернено X-Input в чистий Python. Щоб цього досягти, були визначені власні структури, сумісні з C-описом XINPUT_STATE, що дало змогу працювати з «сирими» даними, які повертає системний API.

Опитування стану контролера здійснюється у окремому потоці виконання, що дозволяє підтримувати стабільну частоту зчитування даних незалежно від навантаження графічного інтерфейсу. Також у процесі розробки було обрано частоту опитування близько 50 Гц як компроміс між точністю вимірювань та стабільністю роботи застосунку. Під час кожного циклу опитування фіксується повний стан геймпада, включаючи пакетний номер (dwPacketNumber), який в подальшому використовується для оцінки реальної частоти обміну даними, так як дає інформацію щодо змін в стані геймпада, таким чином, можемо виявляти не лише механічні дефекти геймпада, а й можливі проблеми на рівні драйверів або USB-з'єднання.

Повертаючись до проблеми з технічним лімітом щодо відсутності інформації про конкретну модель пристрою, створено модуль для прив'язки та ідентифікації пристрою, використовуючи WMI (Windows Management Instrumentation). Під час запуску тестування виконується пошук відповідного HID-пристрою у системному реєстрі, що на практиці дозволяє встановити відповідність між XInput-індексом і фізичним пристроєм, а також отримати його VID та PID та деякі інші описові характеристики. Це дало можливість зберігати результати тестування для конкретного геймпада, проте у такого рішення є 2 мінуси: реєстр не знає який саме за індексом (0-4) геймпад відповідає якому фізичному пристрою, тому щоб алгоритм працював стабільно, краще тестувати 1 геймпад за раз; алгоритм створює певну затримку перед тестуванням, приблизно 3-5 секунд, що все одно є зручним рішенням в контексті діагностики. Діаграму реалізованої архітектури програмного засобу представлено на (рис. 1).

Також, збір змін станів аналогових сигналів відбувається у вигляді телеметричних даних, а не як послідовність дискретних подій. Тобто при тестуванні аналогових стіків обробляється велика кількість зразків координат з прив'язкою до часу, що дозволяє поєднати ці дані з математичними обчисленнями для створення різноманітних метрик. Наприклад, реалізовано обчислення кругової похибки (circular error) шляхом аналізу відхилення траєкторії руху стіка від ідеальної форми кола, що дає змогу математично оцінити точність роботи потенціометра (відповідає за визначення положення стіка) та виявити асиметрію чи зношення деталі.

Отже проведене практичне дослідження показало, що DirectInput, попри свою універсальність, має суттєві обмеження у контексті програмної діагностики геймпадів, зокрема через нестандартизовані інтерпретації аналогових елементів керування, стабільності формату даних загалом та повноти функціонального доступу. Результатом стала реалізація програмного тестування геймпадів за допомогою API X-input у середовищі операційної системи Windows 10 (рис 2). Використання цього інтерфейсу дозволило реалізувати стандартизований і цілком передбачуваний механізм зчитування стану контролера, придатний для аналізу аналогових сигналів. Використаний підхід до обробки вхідних даних як телеметрії, а не лише подій введення, забезпечує можливість виявлення не лише механічних дефектів геймпада. Отримані результати підтверджують доцільність використання X-Input як базового інтерфейсу для створення інструментів програмної діагностики сучасних USB-геймпадів, а DirectInput варто розглядати переважно як сумісний механізм для підтримки застарілих або спеціалізованих пристроїв.

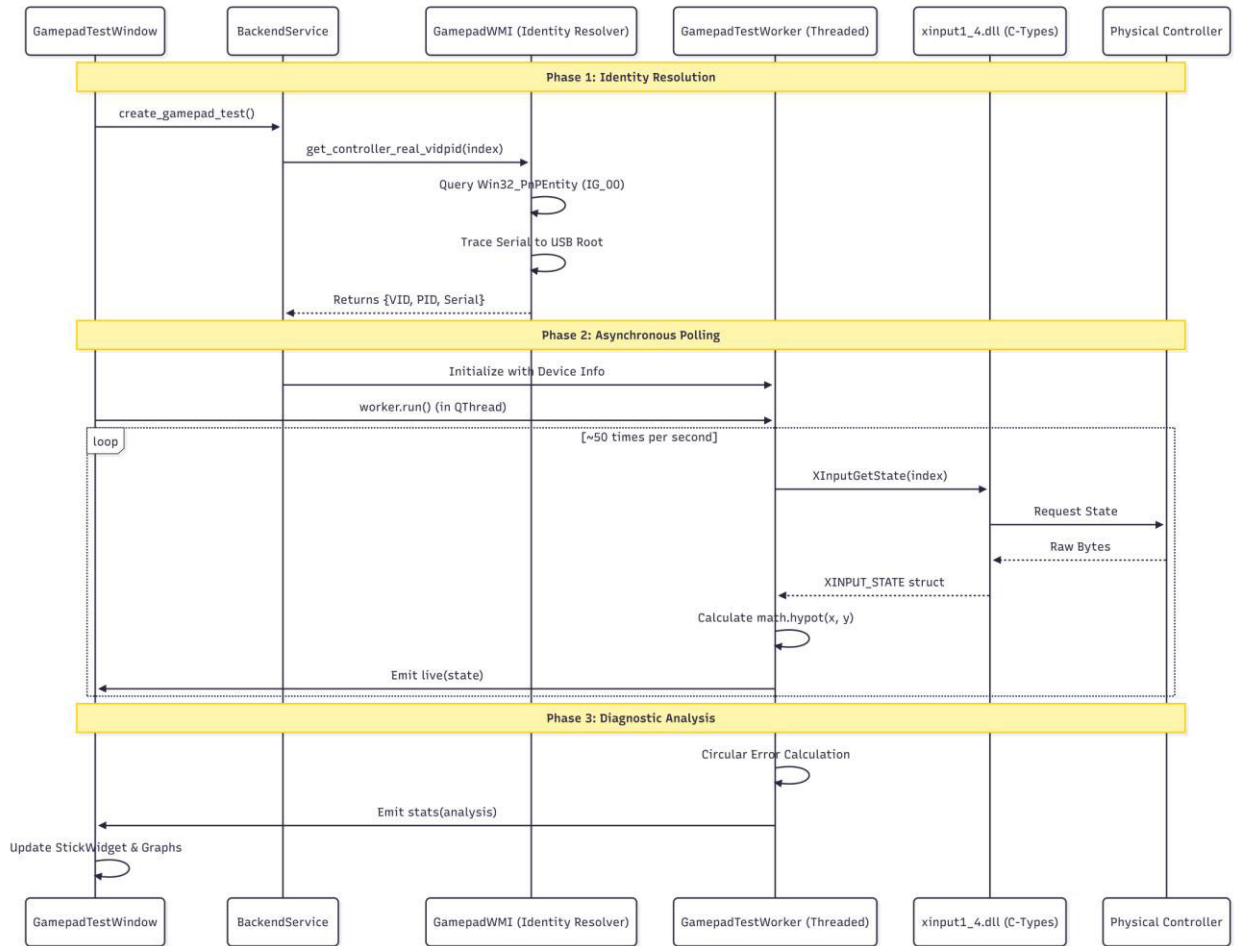


Рис. 1 Архітектура імплементації програмної діагностики

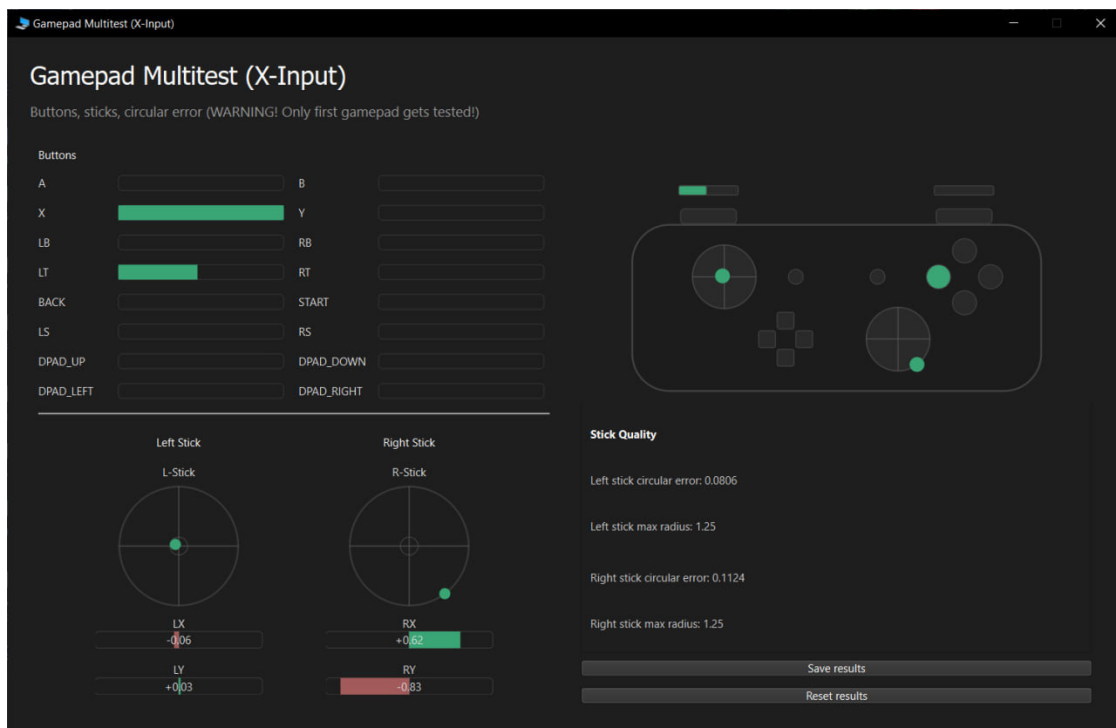


Рис. 2 Система тестування на основі X-Input

Список використаних джерел

10. Device Class Definition for Human Interface Devices (HID). [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.usb.org/document-library/device-class-definition-hid-111>

11. Windows Management Instrumentation Overview. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/wmisdk/wmi-start-page>
12. XInput and DirectInput Comparison. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/xinput/xinput-and-directinput>
13. XInput Game Controller APIs. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/xinput/xinput-game-controller-apis>

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к.е.н., доцент

В.П. Горобець
*магістр, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро*

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕЙМІФІКАЦІЙНОЇ БІЗНЕС-ЛОГІКИ У МОБІЛЬНОМУ ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ СІМЕЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Гейміфікація є одним із найбільш ефективних підходів до підвищення залученості користувачів у неігрових цифрових системах. Вона передбачає використання ігрових механік, таких як система балів, досягнення, рівні та винагороди, у прикладних контекстах, зокрема в освіті та побуті. За результатами сучасних досліджень, застосування гейміфікаційних підходів дозволяє підвищити мотивацію користувачів у середньому на 25-30%, а у дитячих мобільних додатках ігрові елементи формують до 30-40% функціонального середовища, що підтверджує їх практичну ефективність [1].

У межах даного дослідження розглянуто проєктування та реалізацію гейміфікаційної бізнес-логіки у мобільному застосунку «Family Gems», призначеному для підтримки взаємодії між батьками та дітьми. Основною метою впровадження гейміфікації є формування стійкої мотивації до виконання повсякденних завдань, розвиток відповідальності та самостійності дітей, а також створення прозорої системи винагород, контрольованої батьками.

Гейміфікаційна модель застосунку побудована як окремий функціональний модуль, інтегрований із модулем завдань та системою віртуального улюбленця. Така декомпозиція дозволяє ізолювати бізнес-логіку мотивації від інших компонентів системи та забезпечити її розширюваність. Модуль відповідає за нарахування внутрішньої валюти («діамантів») за виконання завдань і досягнення цільових показників, присвоєння титулів на основі прогресу користувача, реалізацію механізму щоденних бонусів (daily streak), а також списання накопичених ресурсів на узгоджені з батьками винагороди або товари для віртуального улюбленця.

Архітектурно модуль гейміфікації реалізовано з використанням комбінованої моделі зберігання даних, яка поєднує реляційну базу даних PostgreSQL та документно-орієнтовану базу MongoDB. Такий підхід дозволяє одночасно забезпечити транзакційну цілісність критичних фінансових операцій і гнучке зберігання подієвої історії та прогресу користувачів. Порівняно з повністю реляційною архітектурою, що добре підходить для гарантування консистентності, але ускладнює обробку подієвих даних і масштабування, та повністю документною моделлю, яка спрощує зберігання подій, але не забезпечує повну транзакційну безпеку, комбінована архітектура дозволяє оптимально поєднати надійність і гнучкість. Реляційна частина PostgreSQL обслуговує критично важливі дані, зокрема баланс «діамантів», із гарантією атомарності операцій, а MongoDB зберігає шаблони досягнень, прогрес користувачів та «хотілки», що полегшує аналітику та масштабування системи. Така організація даних забезпечує ефективну інтеграцію бізнес-логіки мотивації, гарантує цілісність процесів і водночас дозволяє гнучко управляти мотиваційними подіями в реальному часі.

Формалізація бізнес-логіки гейміфікаційного модуля дозволяє чітко визначити послідовність дій та алгоритми обробки подій у мобільному застосунку. Алгоритм роботи модуля можна описати наступними кроками:

1. Фіксація виконання завдання. Коли користувач успішно виконує завдання, модуль завдань створює подію `TASK_COMPLETED`, яка містить інформацію про користувача, ідентифікатор завдання та дату виконання.

2. Обробка події гейміфікаційним сервісом. Подія надходить до сервісу гейміфікації, який перевіряє умови відповідного шаблону досягнення. Перевірка здійснюється шляхом порівняння поточного прогресу користувача з цільовими значеннями, визначеними у колекції `achievement_templates`.

3. Оновлення прогресу та нарахування винагород. Якщо умови досягнення виконані, система оновлює прогрес користувача у колекції `user_achievements`, здійснює транзакційне нарахування внутрішньої валюти («діамантів») у PostgreSQL та фіксує відповідну подію `ADD_DIAMONDS` у MongoDB.

4. Присвоєння титулів. Система перевіряє, чи досяг користувач критеріїв для присвоєння титулу. У разі виконання умов, відповідний запис у `user_achievements` оновлюється, а подія `TITLE_GRANTED` надсилається до модуля сповіщень для відображення користувачу та батькам.

Даний алгоритм забезпечує прозору, стійку та масштабовану роботу гейміфікаційного модуля, а також гарантує цілісність даних як у реляційній, так і у документній частинах системи. Він дозволяє відокремити бізнес-логіку мотивації від інших компонентів застосунку, спрощує масштабування та інтеграцію нових функціональних елементів, таких як додаткові типи досягнень чи нові категорії винагород.

У PostgreSQL зберігаються дані, що потребують суворої консистентності, зокрема баланс діамантів користувачів. Операції нарахування та списання реалізовані як атомарні транзакції, що унеможливує виникнення неконсистентних станів при паралельних запитах. Для запобігання повторному виконанню критичних операцій реалізовано механізми ідемпотентності, що особливо важливо в умовах нестабільного мережевого з'єднання мобільних клієнтів.

MongoDB використовується для зберігання мотиваційних даних і подієвих структур. Колекція `achievement_templates` містить опис шаблонів досягнень, включно з кодом, категорією, цільовими значеннями та розміром винагороди. Колекція `user_achievements` фіксує індивідуальний прогрес користувачів щодо кожного шаблону, зберігаючи стан виконання, накопичені значення та часові мітки. Така організація даних дозволяє реалізувати подієву модель мотивації без складних SQL-з'єднань і спрощує подальший аналіз поведінки користувачів.

Окремим елементом гейміфікаційної бізнес-логіки є механізм «хотілок», реалізований у колекції `wishes`. Дана модель забезпечує контрольований життєвий цикл бажань дитини: від створення заявки зі статусом `PENDING` до підтвердження (`APPROVED`) або відхилення (`DECLINED`) батьками. Лише підтвержені бажання можуть бути реалізовані шляхом списання діамантів, що гарантує відповідність винагород правилам сімейної взаємодії.

Функціонування гейміфікаційного модуля базується на подієвій взаємодії між сервісами. Після підтвердження виконання завдання модулем завдань формується подія, яка обробляється сервісом гейміфікації. У межах цього процесу відбувається перевірка умов досягнень, оновлення прогресу користувача, транзакційне нарахування діамантів та фіксація відповідних подій у системі. Паралельно виконується перевірка критеріїв присвоєння титулів, що дозволяє динамічно відображати результати активності користувача в інтерфейсі та системі сповіщень.

Результати реалізації свідчать, що запропонована гейміфікаційна бізнес-логіка забезпечує прозору, масштабовану та стійку мотиваційну систему, адаптовану до сімейного середовища. Поєднання транзакційної моделі для критичних даних і подієвої архітектури для мотиваційних процесів дозволяє підвищити надійність системи та спростити її подальший розвиток. Отримані рішення можуть бути використані як основа для розробки інших мобільних застосунків, орієнтованих на формування поведінкових звичок і довготривалої мотивації користувачів.

Список використаних джерел

1. Що таке гейміфікація і навіщо її використовувати в навчанні [Електронний ресурс] - <https://i.library.jhu.edu/2014/05/13/what-is-gamification-and-why-use-it-in-teaching/>

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к.е.н., доцент

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

У сучасній цифровій економіці мобільні застосунки для електронної комерції еволюціонували з простих вітрин у складні екосистеми, що потребують високої динамічності та відмовостійкості. Актуальність дослідження зумовлена постійним зростанням обсягів мобільного трафіку та підвищенням очікувань користувачів щодо швидкодії інтерфейсів. Основною проблемою при розробці таких систем є забезпечення консистентності даних між клієнтом та сервером у реальному часі. Традиційні архітектурні підходи, що базуються на періодичних HTTP-запитах, створюють надлишкове навантаження на мережу та призводять до затримок у відображенні актуального стану кошика або залишків товарів. Метою роботи є проектування та реалізація мобільного додатка «Shopping», який мінімізує латентність за рахунок використання хмарних NoSQL-рішень та декларативного управління станом.

Об'єктом дослідження є безпосередньо процес створення мобільного застосунку, тоді як предметом виступає сукупність методів, інструментів та архітектурних рішень, що застосовуються на етапах проектування та розробки. В межах магістерської роботи було проведено аналіз існуючих кросплатформених фреймворків, за результатами якого для реалізації було обрано SDK Flutter. Його головною перевагою є використання двигуна Skia для рендерингу, що забезпечує стабільну частоту кадрів (60 FPS) та нативну продуктивність на обох популярних мобільних ОС.

Архітектура розробленого застосунку побудована на принципах Clean Architecture, що дозволяє відокремити бізнес-логіку від представлення даних. Ключовим елементом системи є впровадження патерну Provider. На відміну від стандартного setState, використання провайдерів дозволяє реалізувати спрямований потік даних, де зміни в моделі автоматично ініціюють оновлення лише тих частин дерева віджетів, які безпосередньо залежать від цих даних. Це критично важливо для таких модулів, як CartProvider та WishlistProvider, де зміна кількості однієї одиниці товару не повинна призводити до повної перебудови екрана каталогу.

Важливою частиною розробки стало проектування схеми бази даних у Google Cloud Firestore. Вибір NoSQL-моделі зумовлений гнучкістю зберігання документів та підтримкою протоколу gRPC для передачі даних. У системі «Shopping» реалізовано ієрархічну структуру, де кожен користувач після автентифікації через Firebase Auth отримує унікальний ідентифікатор (UID). Дані про кошик та обрані товари зберігаються у вкладених підколекціях (subcollections), що дозволяє оптимізувати вартість запитів та забезпечити високий рівень безпеки. Кожен запит до БД виконується асинхронно, що запобігає блокуванню головного потоку (Main Thread) та забезпечує плавність інтерфейсу.

Особливу увагу в роботі приділено концепції Optimistic UI. Суть методу полягає в тому, що при додаванні товару до списку бажань або кошика, додаток оновлює локальний стан миттєво, викликаючи метод notifyListeners(), а мережевий запит до Firestore виконується у фоновому режимі. У разі виникнення помилки зв'язку, система автоматично відкочує стан до попереднього значення. Такий підхід створює у користувача відчуття миттєвої реакції застосунку, навіть при нестабільному інтернет-з'єднанні.

Під час розробки інтерфейсу було застосовано підхід Material Design 3. Використання віджетів Dismissible у кошику дозволило реалізувати інтуїтивно зрозумілий жест видалення товарів (swipe-to-delete), що є галузевим стандартом. Для відображення списків великої розмірності використано GridView.builder та ListView.builder, які реалізують механізм «лінивого завантаження», зберігаючи ресурси оперативної пам'яті пристрою.

На завершення варто зазначити, що розроблена система демонструє високу ефективність у роботі з великими масивами даних та забезпечує консистентність інформації у реальному часі.

Практична цінність роботи полягає у можливості адаптації створеної архітектури для різних галузей ритейлу з мінімальними змінами у вихідному коді. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію платіжних шлюзів (Stripe, Apple Pay) та впровадження алгоритмів машинного навчання для персоналізації товарних рекомендацій.

Таблиця 1

Функціональна архітектура та програмні модулі системи «Shopping»

Назва модуля	Призначення модуля	Технології та методи реалізації
Auth Service	Керування доступом та ідентифікація користувачів.	Використання Firebase Authentication. Реалізовано методи signUp, signIn та resetPassword з обробкою виключних ситуацій.
Product Provider	Управління каталогом товарів та новинок.	ChangeNotifier + Streams. Забезпечує реактивне отримання даних із колекції products у реальному часі.
Cart Management	Логіка кошика: додавання, зміна кількості, видалення.	Патерн Optimistic UI. Дані зберігаються у підколекції users/{uid}/cart. Розрахунок totalPrice через геттери.
Wishlist Module	Персоналізація та збереження обраних товарів.	Subcollection mapping. Використання ValueKey та Dismissible для інтерактивного видалення (swipe-to-delete).
Database Engine	Забезпечення взаємодії з NoSQL сховищем.	Cloud Firestore SDK. Реалізація мапінгу документів (Map <String, dynamic>) у об'єкти класів Dart (Models).
UI Kit	Забезпечення візуальної цілісності інтерфейсу.	Кастомні віджети MyButton, MyTextField, MyListContainer. Адаптивна верстка під різні діагоналі екранів.

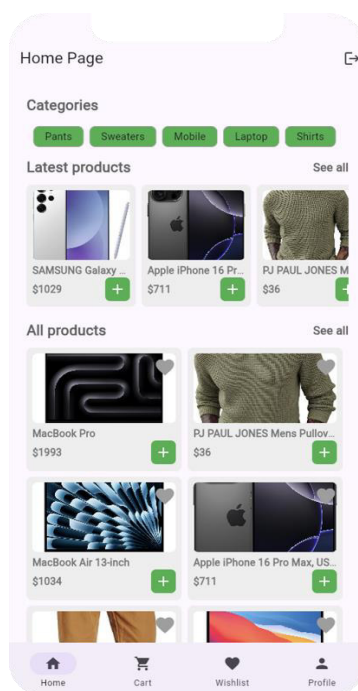


Рис.1 Клієнтський інтерфейс та система керування товарами

Список використаних джерел

1. Flutter Documentation — State management and Provider. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://docs.flutter.dev/data-and-backend/state-mgmt/intro>

2. Firebase Docs — Cloud Firestore Data Model. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model>

Науковий керівник: І.В. Рижков, д-р тех. наук, доцент

А.В. Шатна
*аспірантка, 3 рік навчання,
спеціальність F3 Комп'ютерні науки*
П.М. Ковальчук
*аспірант, 1 рік навчання,
спеціальність G19 Будівництво та цивільна інженерія*
Д.О. Пінчук
студентка, 1 рік навчання,

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В УКРАЇНІ: СТАН, ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ

Управління водними ресурсами в умовах кліматичних змін та війни набуває особливої актуальності через зростання дефіциту води, порушення гідрологічних режимів і руйнування водогосподарської інфраструктури. Кліматичні зміни посилюють частоту посух і повеней, тоді як воєнні дії ускладнюють доступ до безпечної питної води та ефективне функціонування систем водопостачання. За таких умов необхідним є впровадження комплексних, адаптивних підходів до управління водними ресурсами з урахуванням екологічних, соціальних і безпекових викликів.

Цифрова трансформація управління водними ресурсами в Україні є стратегічним інструментом підвищення ефективності водного менеджменту в умовах кліматичних змін, зростаючого антропогенного навантаження і євроінтеграційних вимог. Вона передбачає створення єдиного інформаційного простору для збору, обробки, аналізу та публікації гідрологічних, гідротехнічних та екологічних даних, інтеграцію телеметрії, супутникового моніторингу, аналітичних моделей та інструментів підтримки прийняття рішень.

Європейський досвід цифровізації водного сектору демонструє, що поєднання стандартизації даних [3], інтегрованих інформаційних платформ (WISE), супутникового моніторингу (Copernicus) та аналітичних інструментів значно підвищує здатність країн прогнозувати ризики, координувати міжвідомчу взаємодію і виконувати звітність за Водною рамковою директивою [4]. Приклади Digital Delta (Нідерланди), SYKE Water Data Hub (Фінляндія) та eWaterSystem (Польща) ілюструють системи з відкритими API, реальним часом моніторингу, цифровими двійниками басейнів і інтеграцією з національними службами реагування [1, 2].

Аналіз стану цифровізації в Україні показує наявність базових елементів: державний геопортал та водний кадастр (Держводагентство), пілотні системи телеметрії та моніторингу якості води у басейнах Дніпра і Дністра, а також публікацію частини даних на порталі відкритих даних (data.gov.ua) [5]. Водночас проблеми - фрагментація джерел, застарілі технології геопорталу, нерівномірність покриття телеметрією та брак усталеної практики обміну даними та метаданих. Це обмежує оперативність прийняття рішень і знижує якість звітності за європейськими стандартами.

Пропонується концепція оновлення Водного кадастру (WaterCadastre-UA) (рис. 1), що базується на принципах відкритості, інтероперабельності, модульності та наукової підзвітності. Основні функціональні компоненти включають: Data Layer - сенсорні мережі, лабораторні дані, супутникові знімки, адміністративні реєстри; Integration Layer - національна інтеграційна шина (Data Exchange Hub) з API та сервісами трансформації форматів; Analytics Layer - цифрові двійники, моделі гідрології та якості води, модулі прогнозування тощо; Service Layer - візуалізація (дашборди, карти), відкриті сервіси для науковців та громадськості; Governance Layer - модулі підтримки прийняття рішень, аудит даних та відображення виконання політик..

Стратегічні пріоритети цифрової трансформації водного сектору України до 2030 року включають: інтеграцію існуючих систем моніторингу та даних, створення цифрових двійників пріоритетних басейнів, впровадження аналітики ризиків і прогнозування паводків, забезпечення відкритого доступу до даних для громадськості і науковців, гармонізацію з директивами ЄС, підвищення кібербезпеки і навчання кадрів [1, 2, 6].

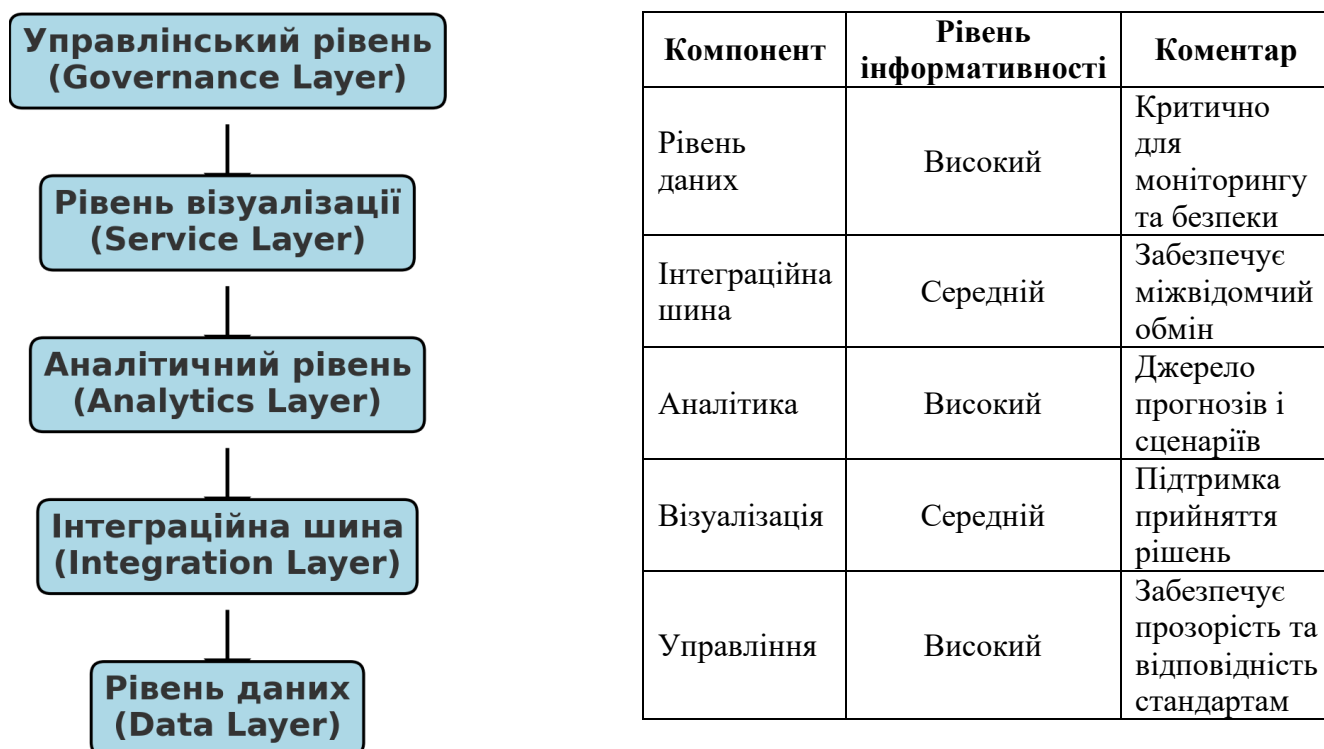


Рис. 1. Архітектура оновленого Водного кадастру

Цифрова трансформація водного сектору в Україні повинна розглядатися як багатовимірний реформа, що поєднує технічні інновації, нормативні зміни, інституційну перебудову та розвиток людського капіталу. Впровадження WaterCadastre-UA дозволить забезпечити оперативну готовність до надзвичайних ситуацій (паводків, аварій), підвищити ефективність водокористування, створити прозору платформу для звітності і залучення зацікавлених сторін. Ключові ризики - недостатнє фінансування, брак кадрів та кіберзагрози - мають бути усунуті комплексом заходів, які включають державно-приватне партнерство, міжнародну технічну допомогу та програми навчання.

Список використаних джерел

1. European Commission. (2023). Water and Digitalisation: European Green Deal Initiatives. <https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change>
2. Water4All Partnership. (2023). European Partnership for Water Security and Sustainability. <https://water4all.eu/>
3. INSPIRE Directive. (2007). Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council. <https://inspire.ec.europa.eu/>
4. Water Framework Directive. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/>
5. Державне агентство водних ресурсів України (DAVR). (2024). Геоінформаційний портал водних ресурсів України. <https://www.davr.gov.ua/>
6. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (2023). Національна стратегія цифровізації водного сектору. <https://mepr.gov.ua/>

Науковий керівник: О.Л. Пінчук, к.т.н., доцент

GREEN IT & SUSTAINABLE SOFTWARE

1. Introduction: The Unseen Cost of Code

In the digital age, we perceive software as clean, virtual, and weightless. We celebrate its ability to dematerialize industries, from music (Spotify) to logistics (Uber), assuming its environmental impact is negligible. However, this perception masks a significant physical reality: the IT and communications (ICT) industry has a carbon footprint comparable to, and projected to exceed, that of the aviation industry. Every line of code executed, every API call made, and every byte of data stored consumes electricity. That electricity is often generated from fossil fuels, contributing directly to global carbon emissions.

This paper argues that software engineers and architects can no longer afford to be "energy blind." We must evolve our definition of "good software." For decades, we have optimized for performance, scalability, and cost. Today, we must add a fourth dimension: **sustainability**. This talk introduces the principles and practical applications of Green Software Engineering (GSE) — a discipline focused on minimizing the environmental impact of software.

2. The Problem: From Energy Blindness to Carbon Awareness

The core challenge lies in the abstraction layers that separate developers from the physical hardware. When deploying to the cloud, the "server" is just an API endpoint. This abstraction, while beneficial for scalability, makes energy consumption invisible.

- **Data Centers:** These massive facilities are the backbone of the internet, consuming ~1-2% of all global electricity.

- **Data Transmission:** Networking equipment, including 5G towers and fiber optic repeaters, requires constant power.

- **End-User Devices:** The energy used by billions of laptops, smartphones, and IoT devices to run applications is a significant part of the equation.

Traditional "clean code" does not necessarily equal "green code." A clean, well-factored application can still be incredibly inefficient, making thousands of unnecessary database queries or keeping CPU cycles high on millions of devices, all while an engineer remains unaware of the cumulative impact.

3. Core Principles of Green Software Engineering

This talk is structured around the core principles defined by the Green Software Foundation (GSF), a consortium of tech giants and non-profits (including Microsoft, Google, and the Linux Foundation) dedicated to standardizing this new field.

1. **Carbon Efficiency:** Build applications that are *carbon-efficient*. This is the primary metric, distinct from energy efficiency. It involves doing more *work* (useful operations) per unit of carbon emitted.

2. **Energy Proportionality:** Make energy consumption proportional to the work being done. This combats the problem of "idle" servers, which often consume 60-70% of their peak power while doing no useful work. Serverless and scale-to-zero architectures are key here.

3. **Carbon Awareness:** Understand and utilize "greener" energy. Not all electricity is equal. A kilowatt-hour generated by a solar farm at noon has a different carbon intensity than one from a coal plant at night. Carbon-aware software *time-shifts* or *location-shifts* workloads to run when and where the electricity grid is cleanest.

4. **Embodied Carbon:** Recognize the "hidden" carbon cost of the hardware itself—the emissions from manufacturing and later disposing of a server or a smartphone. Extending the lifespan of hardware by writing efficient, lightweight software that doesn't demand constant upgrades is a critical green practice.

4. Practical Implementation: From Code to Cloud

How do we move from theory to practice? This section will detail a three-pronged approach to building greener applications.

a) Measurement: Making the Invisible Visible

You cannot optimize what you cannot measure. We will explore:

- **Tools:** Open-source tools like Scaphandre (monitoring host energy consumption) and Kepler (Kubernetes-based pod energy monitoring).

- **Cloud Dashboards:** Utilizing tools from major providers like the AWS Customer Carbon Footprint Tool, Google Cloud Carbon Footprint, and the Microsoft Sustainability Calculator.

- **Metrics:** Moving beyond simple energy (kWh) to the Software Carbon Intensity (SCI) standard, a GSF specification calculated as:

$$\text{SCI} = ((E \times I) + M) \text{ per } R$$

(Where E = Energy, I = Carbon Intensity of the grid, M = Embodied Carbon, and R = Functional Unit, e.g., per user, per API call).

b) Optimization at the Code Level (The "Green Code")

We will discuss how classic computer science principles directly impact sustainability:

- **Algorithmic Efficiency:** How $\mathcal{O}(n^2)$ vs. $\mathcal{O}(n \log n)$ is not just about speed, but about kilowatts.

- **Data Efficiency:** Minimizing data movement. Avoiding N+1 queries, implementing effective caching (e.g., Redis, CDNs), and reducing data payloads (using Protobuf vs. JSON).

- **Language Choice:** The surprising (and debatable) energy differences between compiled languages (C++, Rust, Go) and interpreted languages (Python, Ruby).

c) Optimization at the Architecture Level (The "Green Cloud")

This is where the largest gains are often found:

- **Region Selection:** Choosing a cloud data center region based not just on latency and cost, but on its **PUE (Power Usage Effectiveness)** and, more importantly, its reliance on **renewable energy** (e.g., regions powered by hydro or wind).

- **"Carbon-Aware" Scheduling:** Architecting non-urgent batch jobs (like report generation or model training) to run automatically only when the local grid's carbon intensity is lowest (e.g., in the middle of a sunny day for solar-powered grids).

- **Hardware Efficiency:** Aggressively pursuing "right-sizing" instances to avoid over-provisioning. Utilizing serverless (FaaS) and edge computing to run code only when needed and closer to the user, reducing data transit.

5. Conclusion: The Next Responsibility of a Developer

Green Software Engineering is not a fad; it is the next logical evolution of our craft. It is the intersection of ethical engineering, user-centric design (faster, more efficient apps are often greener), and financial prudence (FinOps), as *less energy used* directly translates to *lower cloud bills*.

This talk will equip attendees with the mindset, principles, and actionable tools to start measuring and reducing the carbon footprint of their own applications. The future of software is not just "smart" or "fast"—it must also be sustainable.

Scientific Supervisor: S.L. Khrypko, Doctor of Technical Sciences, Professor

Р.І. Гаврон

аспірант, 1 рік навчання,

спеціальність «Будівництво та цивільна інженерія»

Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА «РОЗРАХУНОК ВТРАТ НАПОРУ В ОБОЛОНЦІ-РУКАВІ ГС ПОГ»

Технологія теплової меліорації ґрунтів поверхневим обігрівом гнучкими оболонками-рукавами з використанням скидних теплих вод виявила свою достатньо високу тепломеліоративну та економічну ефективність [1, 2], що стимулює подальший науковий пошук,

а також детальну розробку гідротехнічних систем поверхневого обігріву ґрунту (ГС ПОГ) оболонками-рукавами та їх впровадження в аграрному секторі для фермерських господарств і створення на їх основі енергобіологічних комплексів.

Важливим параметром для гідравлічного розрахунку закритих трубопровідних систем є втрати напору. Проведені дослідження гнучких поліетиленових оболонок-рукавів діаметром 50, 70, 85 та 100 мм довжиною 30 м в умовах вільного та підтопленого витікання води дозволили встановити залежності коефіцієнта гідравлічного тертя від Re для оболонок-рукавів різного діаметру за різних умов її витікання при максимальній витраті до 1,5 л/с (табл. 1) [3, 4].

Таблиця 1

Залежності коефіцієнта гідравлічного тертя від Re для оболонок-рукавів різного діаметру за різних умов її витікання

Режим витікання	Діаметр оболонки, мм	Характер залежності
Вільне	50	$\lambda = 0,1113 / Re^{0,6119}$
	70	$\lambda = 0,2223 / Re^{0,8348}$
	85	$\lambda = 0,4346 / Re^{1,0165}$
	100	$\lambda = 0,7633 / Re^{1,1982}$
Підтоплене	50	$\lambda = 0,0526 / Re^{0,2300}$
	70	$\lambda = 0,0958 / Re^{0,4694}$
	85	$\lambda = 0,1789 / Re^{0,6310}$
	100	$\lambda = 0,2992 / Re^{0,7915}$

Для проведення високоточних розрахунків та зменшення часу на аналіз дослідних даних, була розроблена комп'ютерна програма для розрахунку втрат напору в оболонках-рукавах ГС ПОГ. Програма виконана із використанням інтегрованого середовища розробки Borland Delphi, що базується на класичній мові програмування Pascal та із дотриманням принципів сучасної розробки програмних продуктів, а саме RAD (Rapid Application Development) – високошвидкісна розробка додатків та WYSIWYG (What You See Is What You Get) – проектування та розробка інтерфейсу в момент створення програмного продукту.

Структура програми являє собою сукупність програмних модулів, об'єднаних одним інтерфейсом взаємодії та передачі даних та із застосуванням зручного та інтуїтивно-зрозумілого інтерфейсу користувача. На рисунку 1 зображений інтерфейс користувача програми із наступними блоками взаємодії: початкові налаштування – можливість вибору режиму витікання з вільним або підтопленим режимами.

Область вводу вихідних даних розділяється на можливість внесення параметрів Q , л/с.; d , мм.; L , м. Після внесення всіх необхідних даних, оператор натискаючи кнопку «Обрахунок» запускає на виконання основний алгоритм обчислень. Особливістю реалізації даного алгоритму є первинна перевірка правильності введених даних, перевірка коректності плаваючої коми та заповненість всіх необхідних полів. Після успішної перевірки правильності введених даних, результати обрахунку виводяться у відповідних полях.

Для більш точного налаштування початкових даних, в програмі реалізований модуль «Головне меню», де можна здійснити налаштування відповідних меж, здійснити вихід із програми з видаленням займаної оперативної пам'яті персонального комп'ютера та перейти до перегляду вбудованого мультимедійного контенту.

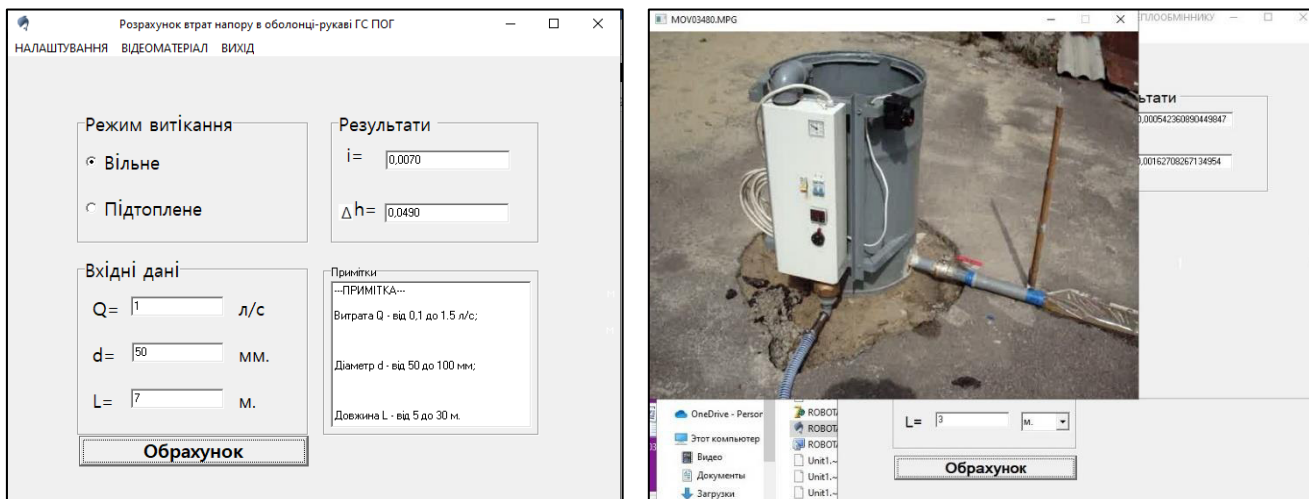


Рис. 1. Інтерфейс користувача програми з результати роботи

Мультимедійна інтеграція призначена для спрощення розуміння процесів, які обраховуються та забезпечує можливість використання у навчальному процесі, зокрема для підготовки студентів по відповідним спеціальностям.

Код програми написаний із використанням сучасних підходів та технологій. Під час написання коду програми були виявлені наступні проблеми: некоректність введення початкових даних у вигляді числа із плаваючою комою; вихід за межі допустимих значень та невідповідність введених даних до системи вимірювання. Фінальна версія програми виконана із усуненням вищевказаних недоліків. Для усунення проблеми некоректності числа із плаваючою комою був розроблений метод послідовного перебору рядку введених символів із пошуком відповідності та подальшою заміною.

На основі отриманих експериментальних даних, розроблено комп'ютерну програму для гідравлічного розрахунку втрат напору в оболонках-рукавах, яка виконана на високому алгоритмічному та програмному рівнях, показує високу точність обрахунків та високу обчислювальну швидкодію. Перспективність даної розробки полягає у можливості розширення функціоналу програми, збільшення обчислювальних можливостей та реалізованих методів, розширення сфери для проведення обрахунків. Програма виконана із використанням сучасних бібліотек, що дозволяє їй функціонувати у всіх операційних системах сімейства MS Windows.

Список використаних джерел

1. Пінчук О. Л. Обґрунтування конструкції та параметрів гідротехнічної системи поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами при використанні скидних теплих вод : дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / Нац. унів. водн. госп. та природокор. Рівне, 2012. 255 с.
2. Пінчук О. Л. Аналіз конструкцій тепломеліоративних систем / О. Л. Пінчук // Вісник НУВГП: збірник наукових праць. Випуск 1(53). Технічні науки. Рівне, 2011. С. 85-94.
3. Востріков В. П. Методичні аспекти гідравлічних досліджень тепломеліоративних систем поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами / В. П. Востріков, О. Л. Пінчук, І. В. Романюк // Вісник НУВГП: збірник наук. праць. – Випуск 3(55). Технічні науки. Рівне, 2011. С. 30-36.
4. Герасімов Є. Г., Пінчук О. Л., Романюк І. В., Куницький С. О., Шатний С. В., Іванчук Н. В. Гідравлічний розрахунок та обґрунтування параметрів системи поверхневого обігріву ґрунту. *Вісник НУВГП. Сер. Технічні науки.* 2024. Вип. 1(105). С. 54-62.

Науковий керівник: О.Л. Пінчук, к.т.н., доцент

Igor Ryzhkov
Docteur ès sciences techniques
Professeur de l'Université d'Alfred Nobel
Enseignant-chercheur à l'INSA de Strasbourg
(INSA Strasbourg, France)

François Di Martino
Ancien responsable de domaine IT
(Bureautique & VIE-Groupe y Foyer S.A, Metz, France)

RISQUES ET PERSPECTIVES DE L'UTILISATION DE L'IA DANS L'EDUCATION MODERNE

Aujourd'hui, il n'est probablement plus nécessaire de prouver que l'intelligence artificielle (IA) est déjà entrée dans nos vies et s'intègre de plus en plus dans tous les domaines de l'activité humaine.

Bien sûr, ce processus a également débuté de façon active dans le domaine de l'éducation, puisque c'est là que se concentrent les spécialistes qualifiés qui, avant tout, sont capables, et ensuite, sont appelés à s'adapter rapidement à l'émergence des nouvelles technologies modernes.

Cependant, même les enseignants et professeurs expérimentés sont parfois alarmés par la façon dont l'IA perturbe les méthodes d'enseignement établies et les technologies familières d'évaluation académique des connaissances des étudiants. [1, 2]

C'est dans ce contexte d'incertitude que nombre d'académiciens s'interrogent pour savoir si l'IA représente une menace pour l'enseignement supérieur ou une nouvelle opportunité.

Malheureusement, donner une réponse simple et binaire à cette question serait extrême réducteur, voire naïf. La complexité de cette situation de gestion va dépendre de nombreux facteurs, dont notamment nous choisis dans l'approche de l'IA.[2]

Perspectives d'avenir pour l'éducation à l'ère de l'IA

Le système éducatif actuel, tel que nous le connaissons depuis des décennies, voire des siècles, disparaîtra inévitablement, qu'on le veuille ou non. De même que les exercices pédagogiques comme « transformer une expression » ou « calculer combien » ont disparu avec l'avènement des calculatrices et des ordinateurs, de même que l'utilité de nombreux essais s'est de facto évanouie avec l'arrivée d'Internet et des réseaux neuronaux, de même que l'utilité même de mémoriser des constantes et des formules pour calculer divers processus a disparu.

Cependant, le besoin de comprendre l'essence même des processus sous-jacents, de comprendre les lois de la physique, des mathématiques, de la philosophie, de l'économie, etc., demeure. Sans quoi, l'exploitation des résultats obtenus sont exposés au risque d'être utilisés à tort.

Aujourd'hui, nous constatons déjà un changement fondamental dans l'objectif de l'éducation. La tâche de « mémoriser » a été remplacée par quelque chose de plus complexe, mais aussi de plus important : la «compréhension». [3]

En ce sens, l'émergence de l'IA non seulement ne détruira pas le système éducatif, mais lui donnera également un nouveau niveau et une nouvelle forme.

L'émergence d'un grand nombre de puissants réseaux neuronaux, que les spécialistes du marketing ont baptisés IA (un peu prématurément), libère les individus de l'immense corvée liée à la collecte, à l'analyse et au calcul de statistiques d'informations, ainsi qu'à la mémorisation d'innombrables définitions, formules et quantités (pas toujours indispensables à leur travail). Ils peuvent ainsi se consacrer à des activités plus intellectuelles, axées sur la créativité, l'invention et la recherche de solutions et de technologies nouvelles, originales et inédites. [1, 3]

Cependant, tout spécialiste a besoin d'être formé !

Et c'est là qu'apparaît un nouveau défi éducatif : former un spécialiste curieux, créatif et qualifié, capable non seulement de maîtriser les technologies et les ressources les plus modernes, mais aussi d'en maîtriser facilement de nouvelles, celles qui n'existent pas encore mais qui émergeront à l'avenir. [3,4]

Une formulation correcte du problème représente 70 % de la réussite de la solution !

Quelles solutions entrevoyons-nous après avoir repensé ce nouveau rôle de l'éducation ?

Le système éducatif actuel doit être entièrement transformé et adapté pour répondre aux défis modernes liés à l'émergence de l'IA.

1. L'adoption généralisée d'agents d'IA personnels pour aider les étudiants à maîtriser de grands volumes de connaissances est nécessaire et inévitable.

2. Les travaux théoriques doivent être stimulants, créatifs et philosophiques. Idéalement, ils devraient impliquer un travail d'équipe, selon le principe du brainstorming.

3. Les travaux pratiques doivent proposer des problèmes d'invention spécifiques, complexes et clairement définis.

Pour permettre leur matérialisation, l'utilisation de l'ensemble des technologies, bases de données, moyens techniques, réseaux neuronaux et intelligence artificielle actuellement disponibles doivent être encouragée et non interdite.[5]

Cela permettra aux futurs praticiens de formuler et de résoudre efficacement des problèmes professionnels à un niveau élevé et moderne, même au sein de l'université. Un spécialiste doté de telles compétences s'adaptera facilement à toute nouvelle technologie de production et à toute évolution de son domaine professionnel. La demande pour ces spécialistes ne disparaîtra jamais. Et aucune IA ne pourra les remplacer.

Les risques pour l'éducation liés à l'avènement de l'IA

Quels sont les risques liés à l'IA dans l'éducation ?

Le principal risque semble résider dans l'aspect humain. En effet, de nombreux jeunes pourraient penser que le besoin d'apprendre disparaît avec l'arrivée de l'IA dans leur poche. Il est vrai que la tentation est grande de simplement obtenir les réponses à toutes ses questions auprès de son agent IA. Après tout, apprendre peut parfois s'avérer très difficile. Cela nécessite du temps, de la patience et des efforts de la part de l'apprenant.

Cependant, sans apprentissage ni développement, une personne commence à décliner intellectuellement, perdant la capacité non seulement de faire des calculs mentaux (comme nous le faisons aujourd'hui grâce à la calculatrice), mais aussi de penser logiquement, d'analyser l'information, de construire des raisonnements logiques et de tirer des conclusions raisonnables. Dans une telle situation, la personne devient otage des réseaux neuronaux (ou de ceux qui les contrôlent).[1, 5]

La dégradation intellectuelle de soi-même constitue le principal risque pour une personne, qu'elle soit étudiante, écolière ou ouvrière.

On peut envisager que le principal risque pour l'humanité et pour l'éducation réside dans l'IA elle-même et dans la manière dont nous sommes préparés à l'utiliser.

L'histoire récente offre de nombreuses analogies, notamment l'apparition des voitures, des calculatrices, des ordinateurs, d'Internet.

À chaque étape, l'émergence de ces technologies semblait menacer l'homme :

- le problème, c'est que les gens vont cesser de marcher, s'affaiblir physiquement, tomber malades et mourir prématurément ;

- la calculatrice est conçue pour que les gens oublient comment compter de tête (ce risque était partiellement justifié, mais s'est avéré sans danger) ;

- l'ordinateur, car il détruira le système éducatif ; les élèves commenceront à résoudre des problèmes sur ordinateur sans apprendre par eux-mêmes ;

- Internet, c'est parce qu'on y trouve des réponses à toutes les questions, des dissertations, des solutions à tous les problèmes, et c'était censé détruire le système éducatif.

Cependant, comme le temps l'a démontré, les risques étaient grandement exagérés. Ni l'homme ni l'éducation n'ont disparu, mais ont simplement acquis de nouvelles qualités et de nouvelles formes. Et ils n'en ont tiré que des avantages.

Pour éviter la faiblesse physique, le sport, le fitness, les salles de sport, la course à pied et les tapis roulants sont très populaires aujourd'hui.

L'informatique et Internet sont tellement intégrés à l'éducation et à la science qu'ils les ont menées à un niveau sans précédent, accélérant considérablement la communication, la collecte et l'analyse des informations, et la publication des résultats, sans parler des possibilités offertes par l'enseignement en ligne.

Le rôle de l'enseignant, aujourd'hui comme historiquement, ne saurait se réduire à la simple transmission cumulative de connaissances. Il consiste avant tout à susciter chez l'apprenant une motivation intrinsèque et durable pour la discipline étudiée, en éveillant le désir de comprendre, d'explorer et de produire du savoir. L'enjeu fondamental de l'acte pédagogique n'est donc pas l'accumulation quantitative d'informations, mais la formation d'une posture intellectuelle orientée vers l'apprentissage autonome, la recherche scientifique et la pensée critique.

Dans cette perspective, la métaphore pédagogique classique demeure pleinement pertinente : il ne s'agit pas de « remplir un réceptacle », mais d'« allumer une flamme » susceptible de se maintenir dans le temps, d'éclairer les processus cognitifs de l'apprenant et de nourrir son développement intellectuel et humain. [3, 4]

L'émergence et la généralisation de l'intelligence artificielle confèrent à cette mission éducative une importance accrue. En effet, la disponibilité d'outils capables de générer des solutions, des analyses et des raisonnements peut induire une délégation excessive de l'activité cognitive humaine vers des systèmes automatisés. Une telle externalisation prolongée du raisonnement comporte le risque d'un affaiblissement progressif des capacités fondamentales de l'individu : l'analyse critique, la structuration logique de la pensée et l'exercice du jugement rationnel.

Or, ces capacités constituent le fondement même de la spécificité humaine dans le monde du vivant. La raison, en tant que faculté centrale de l'espèce humaine, a permis à l'homme de comprendre son environnement, de s'y adapter, d'anticiper les risques et de répondre aux transformations naturelles et sociétales. La perte de cette autonomie cognitive compromettrait non seulement l'individu, mais également la pérennité de l'humanité en tant qu'espèce rationnelle.

Ainsi, privé de l'exercice effectif de la pensée critique et réflexive, l'homme risquerait de se dépouiller de ce qui définit l'essence même du Homo sapiens : le sapiens, c'est-à-dire la capacité à penser, à juger et à agir de manière raisonnable. Sans cette dimension constitutive, l'existence durable de l'être humain sur cette planète se trouverait profondément remise en question.

Conclusion

Au vu de ce qui précède, les affirmations suivantes peuvent être envisagées :

1. L'IA représente une menace majeure pour le système éducatif dans sa forme actuelle. Elle disparaîtra probablement tout simplement, faute de demande suffisante.

2. L'enseignement classique sera remplacé par une nouvelle forme dans laquelle l'IA jouera un rôle clé. L'éducation deviendra beaucoup plus personnalisée, adaptable et évaluée non plus en fonction du temps (crédits), mais du niveau de compétences (certification objective et indépendante).

3. La principale menace pour une personne (étudiant) n'est pas l'IA elle-même, mais le manque de préparation à l'auto-développement et à l'auto-éducation tout au long de la vie en présence d'un agent d'IA personnel.

4. La mission d'une université moderne est de développer une approche pertinente de l'autoformation et du développement continu des étudiants, en leur inculquant le goût du savoir et du développement.

5. La tâche de l'enseignant vis-à-vis de l'élève n'est pas de « remplir le vase » de connaissances, mais d'« allumer la bougie » du désir de se développer intellectuellement et créativement.

6. L'importance d'une éducation de qualité dans le contexte de l'émergence de l'IA devient un défi existentiel pour l'humanité en tant qu'Homo-Sapiens. [1, 4]

Ainsi, la reconnaissance opportune des perspectives et des tendances du développement éducatif avec l'avènement de l'IA nous permet non seulement de réduire les risques existants, mais aussi de maximiser l'utilisation des nouvelles capacités de l'IA pour améliorer le système éducatif actuel.

Références

1. OCDE. L'éducation à l'ère de l'intelligence artificielle : défis et opportunités : rapport. — Paris : Éditions OCDE, 2021. — 123 p.

2. OCDE. L'intelligence artificielle dans la société : rapport analytique. — Paris : Éditions OCDE, 2019. — 290 p.

3. Holmes W., Bialik M., Fadel C. L'intelligence artificielle dans l'éducation : promesses et implications pour l'enseignement et l'apprentissage. — Boston : Center for Curriculum Redesign, 2019. — 257 p.

4. UNESCO. L'intelligence artificielle dans l'éducation : défis et opportunités pour le développement durable : rapport. — Paris : Éditions UNESCO, 2019. — 45 p.

5. Kasneci E., Sessler K., Küchemann S. [et al.] ChatGPT pour le bien ? Sur les opportunités et les défis des grands modèles de langage pour l'éducation // *Apprentissage et différences individuelles*. — 2023. — Vol. 103. - Article 102274.

Р.Р. Луценко
*PhD, доцент кафедри економічної
кібернетики та прикладної економіки,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків*

Д.О. Удовенко
*магістр, Спеціальність 051 «Економіка»
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків*

АНАЛІЗ ВАРТОСТІ КРИПТОВАЛЮТ

Стрімкий розвиток цифрових технологій і децентралізованих фінансових інструментів зумовив формування криптовалют як одного з найбільш динамічних сегментів сучасного фінансового ринку [1, 5, 6]. Висока волатильність цифрових активів, зростання їх ринкової капіталізації та активна інтеграція у глобальну фінансову систему актуалізують потребу у поглибленому аналізі факторів формування їх вартості [2, 7]. Ціна криптовалют визначається складною взаємодією технологічних, ринкових, макроекономічних, регуляторних і поведінкових чинників, що знижує ефективність традиційних підходів фінансового аналізу без їх адаптації до специфіки цифрових активів [3, 4].

Об'єктом дослідження є криптовалютний ринок як система економічних відносин, що формується в умовах цифровізації та забезпечує обіг і функціонування цифрових активів. Предметом дослідження є фактори формування вартості криптовалют, їх динаміка та ризики інвестування, а також взаємозв'язок між ринковими, фундаментальними й технічними характеристиками цифрових активів. Метою дослідження є комплексний аналіз вартості провідних криптовалют, визначення ключових факторів, що впливають на їхню динаміку, оцінка ризиків інвестування та обґрунтування перспектив розвитку криптовалютного ринку в сучасних економічних умовах.

Досліджено теоретичні засади формування вартості криптовалют, їх історичний розвиток, технологічну основу та сучасний стан ринку. Встановлено, що виникнення криптовалют стало результатом еволюції цифрових фінансів, поєднання досягнень криптографії, розвитку електронних платіжних систем та зростання недовіри до традиційних фінансових інституцій. Технологія блокчейн забезпечує децентралізацію, прозорість і безпеку транзакцій, а економічна модель криптовалют характеризується обмеженою емісією, ринковим ціноутворенням і високою волатильністю.

Сучасний криптовалютний ринок сформувався як багаторівнева екосистема, що охоплює цифрові валюти, DeFi-сервіси, NFT, Web3-рішення та нові регуляторні підходи. Попри збереження високих ризиків і чутливість до макроекономічних та інституційних чинників, простежується тенденція до інституціоналізації криптовалют і їх інтеграції у глобальну фінансову систему, що підтверджує їх трансформацію у вагомий соціально-економічний феномен цифрової економіки.

Здійснено комплексний аналіз вартості провідних криптовалют — Bitcoin, Ethereum, Solana та Ripple, які формують ядро сучасного криптовалютного ринку та визначають його технологічні й інвестиційні орієнтири. Встановлено, що кожен із зазначених активів має власну архітектуру та економічну модель: Bitcoin виконує функцію засобу збереження вартості, Ethereum забезпечує

інфраструктуру для смарт-контрактів і DeFi, Solana орієнтована на високошвидкісні масштабовані рішення, тоді як Ripple спеціалізується на транскордонних платежах. Фундаментальний, технічний і кореляційний аналіз підтвердили, що вартість криптовалют формується під впливом сукупності технологічних, ринкових та інституційних чинників. Застосування індикаторів RSI, MACD та SMA дозволило виявити типові цінові закономірності, а кореляційний аналіз засвідчив провідну роль Bitcoin і зростаючу інтеграцію цифрових активів у глобальну фінансову систему, що обґрунтовує доцільність комплексного підходу до оцінювання та прогнозування криптовалют.

Здійснено комплексний аналіз сучасних тенденцій розвитку криптовалютного ринку, динаміки вартості провідних цифрових активів, інвестиційних ризиків та регуляторних перспектив. Встановлено, що еволюція криптовалют тісно пов'язана з технологічними інноваціями, рівнем розвитку інфраструктури, поведінковими факторами інвесторів і макроекономічними умовами. Прогнозна оцінка підтвердила ключову роль Bitcoin, Ethereum, Solana та Ripple у структурі ринку та їх потенціал подальшого зростання за умови розширення практичного застосування й інституційної підтримки.

Дослідження показало, що криптовалюти є результатом еволюції цифрових фінансів і поєднують у собі інноваційні технологічні рішення, децентралізовані механізми функціонування та специфічну економічну модель. Встановлено, що сучасний криптовалютний ринок поступово трансформується з експериментального середовища у важливу складову глобальної фінансової інфраструктури, залишаючись водночас високоволатильним і чутливим до зовнішніх чинників.

Визначено, що Bitcoin виконує функцію цифрового засобу збереження вартості, Ethereum є провідною платформою для розвитку Web3, DeFi та смарт-контрактів, Solana характеризується високою продуктивністю та перспективами масштабування, а Ripple орієнтований на сегмент транскордонних платежів, значною мірою залежний від регуляторного середовища. Результати аналізу підтвердили зростаючу інтеграцію криптовалют із традиційними фінансовими ринками та провідну роль Bitcoin у формуванні загальної ринкової динаміки. У ході дослідження встановлено, що подальший розвиток криптовалютного ринку залежатиме від поєднання інноваційного прогресу, ефективного регулювання та здатності учасників ринку управляти ризиками, серед яких ключовими залишаються волатильність, кіберзагрози та правова невизначеність. Запровадження прозорих регуляторних механізмів, зокрема на основі європейського регламенту MiCA, може сприяти підвищенню довіри інвесторів і сталому розвитку ринку. Водночас визначено, що криптовалютний ринок характеризується підвищеним рівнем ризиків, зокрема волатильністю, технологічними та регуляторними загрозами. Аналіз міжнародного досвіду, зокрема впровадження регламенту MiCA в ЄС, засвідчив важливість формування прозорої та збалансованої системи регулювання. У цьому контексті адаптація кращих світових практик може сприяти сталому розвитку крипторинку та формуванню ефективної криптоекономіки.

Таким чином, у дослідженні застосовано комплекс економіко-математичних методів, інструменти фундаментального та технічного аналізу, а також кореляційний аналіз для оцінювання взаємозалежностей між провідними криптовалютами. Отримані результати підтверджують доцільність комплексного підходу до аналізу вартості цифрових активів з урахуванням інституційних і поведінкових аспектів, що має як наукову, так і практичну значущість для формування обґрунтованих інвестиційних рішень в умовах цифровізації економіки.

Список використаних джерел

1. International Monetary Fund. (2023). Global Financial Stability Report: Crypto-assets and Financial Risks. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR>
2. CoinMetrics. (2024). Crypto Market Data, Correlation & Volatility Metrics. Retrieved from <https://coinmetrics.io/>
3. TradingView. (2024). Crypto Market Screener & Technical Indicators. Retrieved from <https://www.tradingview.com/crypto-screener/>

4. Mallikarjuna, R., & Kuruva, H. K. (2022). Forecasting Cryptocurrency Prices Using LSTM Neural Networks. Expert Systems with Applications. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116263>
5. European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council on Markets in Crypto-assets (MiCA). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1114>
6. Financial Stability Board (FSB). (2023). High-level Recommendations for the Regulation, Supervision and Oversight of Crypto-Asset Activities and Markets. Retrieved from <https://www.fsb.org/2023/07/high-level-recommendations-for-the-regulation-supervision-and-oversight-of-crypto-asset-activities-and-markets/>
7. International Monetary Fund (IMF). (2023). Elements of Effective Policies for Crypto Assets. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2023/09/29/Elements-of-Effective-Policies-for-Crypto-Assets-546009>

А.В. Кулагін
магістрант, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ РІВНІВ У 2D-ГРІ

Сучасна індустрія розробки відеоігор стикається із проблемою стрімкого зростання вартості та трудомісткості створення ігрового контенту. Традиційний підхід, що базується на ручному проектуванні кожної локації, обмежує реґрабельність продукту та вимагає залучення великої кількості геймдизайнерів. Одним із найбільш перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є процедурна генерація контенту, яка дозволяє автоматизувати створення ігрових світів за допомогою алгоритмічних методів.

Метою роботи є розробка та дослідження системи, здатної генерувати топологічно зв'язні ігрові рівні різних типів, таких як кімнати та печери, забезпечуючи при цьому високу продуктивність рендерингу в реальному часі.

У ході роботи було реалізовано та порівняно два основні підходи до побудови топології. Для генерації структурованих підземель, тобто кімнат, було використано комбінований метод. На першому етапі відбувається випадкове розміщення прямокутних зон з перевіркою на відсутність колізій. На другому етапі центри кімнат розглядаються як вершини графа, для яких будується мінімальне кістякове дерево за алгоритмом Прима. Це гарантує, що всі ігрові зони будуть з'єднані між собою найкоротшим шляхом, а кількість циклів у графі буде мінімальною, що критично для навігації гравця.

Для створення органічних ландшафтів, тобто печер, застосовано метод клітинних автоматів. Алгоритм базується на правилах, подібних до гри Життя Конвея: стан кожної клітинки змінюється залежно від кількості сусідніх стін. Для забезпечення прохідності такого лабіринту впроваджено алгоритм заливки, який перевіряє досяжність точки виходу з точки входу. У разі виявлення ізольованих областей система здійснює рекурсивний перезапуск генерації, що надає гарантовану валідність фінальної мапи.

Програмна реалізація та візуалізація. Проєкт реалізовано мовою JavaScript із використанням технології HTML5 Canvas API. Вибір стеку обумовлений необхідністю створення кросплатформного рішення, що працює безпосередньо у веб-браузері без залучення серверних потужностей.

Ключовим елементом системи є математична модель генератора псевдовипадкових чисел на основі лінійного конґруентного методу. Використання власної реалізації забезпечує повну детермінованість: ідентичні рівні відтворюються за допомогою унікального ключа. Це дозволяє реалізувати механізм обміну рівнями між гравцями через передачу короткого текстового рядка.

Особливу увагу приділено системі візуалізації. Оскільки генератор видає лише абстрактну матрицю, таку як стіна і підлога, було розроблено алгоритм адаптивного авто-розстановки. Система аналізує оточення Мура, це 8 сусідніх клітинок, для кожної точки та присвоює їй один із 47 унікальних числових ідентифікаторів. Це дозволяє автоматично обирати відповідні графічні спрайти, наприклад кути, стики, тіні і тд, створюючи безшовне зображення ігрового світу.

Окремим аспектом дослідження стала розробка модульної архітектури програмної системи. Розподіл логіки на незалежні модулі, такі як генератор топології та модуль візуалізації, дозволяє легко масштабувати систему. Зокрема, архітектура передбачає можливість заміни графічного рушія або додавання нових алгоритмів генерації без необхідності переписування всього коду. Такий підхід забезпечує високу гнучкість при інтеграції модуля в існуючі ігрові проекти, де може виникнути потреба у специфічних стилях рендерингу або унікальних типах перешкод.

Крім того, у роботі детально реалізовано механізм користувацької взаємодії з параметрами генерації. Завдяки розробленому графічному інтерфейсу, користувач має можливість не лише вводити статичне зерно, а й спостерігати за миттєвою зміною конфігурації рівня. Це перетворює програму на повноцінний інструмент для геймдизайнерів, який дозволяє проводити швидке прототипування локацій. Впровадження динамічного перерахунку розміру тайтлів залежно від поточної роздільної здатності вікна браузера гарантує коректне відображення ігрового поля на пристроях з різними характеристиками, що є важливим для кросплатформних веб-додатків.

В ході навантажувального тестування було встановлено, що середня швидкість генерації для мап розміром до 60x60 клітинок не перевищує 400 мс. При збільшенні розмірності понад 80x80 спостерігається нелінійне зростання часу обчислень, що зумовлено стохастичною природою алгоритму генерації. Дослідження визначило межі застосування обраних методів для ігор у реальному часі та оптимізувати витрати пам'яті за рахунок пошарового рендерингу.

Розроблена система демонструє високу ефективність у створенні варіативного контенту. Поєднання графових методів для структурованих зон та стохастичних автоматів для органічних ландшафтів дозволяє досягти балансу між архітектурною логікою та випадковістю, що є основою сучасних ігор жанру roguelike.

Список використаних джерел

1. Тогеліус Дж. Вступ до процедурної генерації ігрового контенту. Комп'ютерні науки та інформаційні технології. 2021. № 4. С. 12–18.
2. Lengyel E. Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics. Course Technology PTR, 2012. 624 p.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Різун Н.О.

О.О. Руденко
аспірант,
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ЦИФРОВІЗАЦІЯ РИНКУ ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ

Цифровізація є фундаментальним чинником трансформації фінансового сектору. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) дозволяє банкам та небанківським установам оптимізувати бізнес-процеси та підвищувати якість обслуговування, що стимулює загальнонаціональний інноваційний розвиток. З огляду на це, важливим стає вивчення механізмів цифрової трансформації кредитного ринку та його впливу на зміцнення економіки країни [1].

Загалом, цифровізація економіки сьогодні є стратегічним пріоритетом національної безпеки та міжнародної конкурентоспроможності України, особливо в умовах воєнного стану. Вона не лише гарантує виконання державних функцій, а й безпосередньо підвищує рівень добробуту громадян через оптимізацію комунікацій та оперативне задоволення суспільних потреб. Ключовим інструментом цього процесу виступає штучний інтелект (ШІ), який ми визначаємо як здатність технічних систем до аналізу даних та самостійного прийняття рішень. Використання

потенціалу ШІ є вирішальним фактором не тільки для повоєнного відновлення, а й для структурної трансформації вітчизняного бізнесу на світовому ринку, що зумовлює високу наукову та практичну значущість дослідження цієї проблематики.

Оскільки, ІКТ у фінансово-кредитній сфері – це не просто інструмент, а основа діяльності, що охоплює бізнес-процеси і взаємодію з клієнтами. Розглянемо їх класифікацію та види більш детально.

За функціональним призначенням ІКТ фінансово-кредитної сфери можна розділити на внутрішні сервіси банку та сервіси для клієнта, а саме: сервіси прямої взаємодії з клієнтом (інтернет-банкінг, мобільні додатки, термінали самообслуговування, чат-боти); програмне забезпечення для обробки транзакцій, ведення рахунків, бухгалтерського обліку та звітності; модулі для управління ризиками, кредитний скоринг, фінансовий моніторинг (AML) [3].

За рівнем цифрової трансформації, а саме еволюцією від автоматизації до інтелектуальних систем, виділяють: автоматизовані банківські системи, які відносяться до стандартних рішень для автоматизації; хмарні технології для зберігання даних та розгортання ПЗ на зовнішніх серверах (AWS, Azure) для гнучкості та економії на інфраструктурі; Big Data та штучний інтелект з метою аналізу масивів даних для персоналізації пропозицій, прогнозування відтоку клієнтів та боротьби з шахрайством; блокчейн та розподілені реєстри для забезпечення прозорості транзакцій, смарт-контрактів та транскордонних переказів [4].

За сферою безпеки та регулювання задля забезпечення виконання законодавчих норм та захисту даних: RegTech – програми для автоматичного виконання вимог регулятора (НБУ), підготовки звітності та верифікації клієнтів (e-KYC); системи шифрування даних, біометрична ідентифікація (FaceID, TouchID), багатофакторна автентифікація для захисту даних.

Розглянемо, які ж саме програми або інформаційні системи використовуються у кожній класифікаційній групі.

Для формування транзакцій та звітності для НБУ серед українських розробників найбільш відома B2 від компанії CS, яка охоплює все: від розрахунково-касового обслуговування до кредитів та BIS GRANT від Аргус, яка також охоплює повний цикл роботи банківської установи [5, 6]. Міжнародні банківські установи або банки з іноземним капіталом частіше використовують рішення: Temenos T24, Oracle FLEXCUBE, SAP for Banking.

Для дистанційного банківського обслуговування та мобільного банкінгу використовуються: власний софт банків (Приват24, monobank) або платформи на базі готових рішень, як-от iFOBS (від компанії CS); використання API для інтеграції банківських послуг у сторонні додатки (згідно з директивою PSD2).

Для управління ризиками та прийняття рішень щодо оцінки кредитоспроможності позичальника найбільшим попитом користуються програми: FICO, Experian Strategy Management, SAS Credit Scoring. Системи цього класу використовують ШІ, алгоритми машинного навчання для аналізу транзакційної активності тощо.

Нарешті, програми для боротьби з відмиванням коштів та виявлення шахрайства – це програми Actico, Nice Actimize, LexisNexis, які часто інтегровані в АБС і автоматично звіряють операції з реєстрами санкцій та списками публічних осіб.

Для управління внутрішніми ресурсами банку та відносинами з клієнтами використовують ERP та CRM системи: SAP S/4HANA, Oracle ERP та Salesforce, Microsoft Dynamics 365, Creatio (українська розробка) відповідно.

Таким чином, впровадження даних програмних рішень у контексті цифровізації банківської діяльності, дозволяють не тільки покращити банківські послуги, банківське обслуговування клієнтів, але і розширити свою клієнтську базу.

Список використаних джерел:

1. Чийпеш, Н. М. Розвиток цифрових інновацій на кредитному ринку в структурі національної економіки України: дис. ... д-ра філософії : 051 Економіка / Н. М. Чийпеш. - Чернівці, 2024. - 251 с.

2. Меда Н.С. Штучний інтелект – технологічна основа розвитку фінансового бізнесу в Україні. – Фінансовий бізнес в Україні та світі: маркетингові особливості та закономірності:

Матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет конференції (13 жовтня 2022 р., м. Львів, Україна). Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 79 с

3. Марич М.Г. Розвиток сучасних технологій банківського обслуговування населення. – Економіка та суспільство. – Вип. 68. – 2024. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/5081/5028/>

4. Онлайн-банкінг: що це таке, як він працює та найкращі варіанти саме для вас. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://shorturl.at/KIhbY>

5. Компанія CS завершила впровадження року! – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://press.unian.ua/press/978334-kompaniya-cs-zavershila-vprovadjennya-roku.html>

6. Автоматизована банківська система. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.banksoft.com.ua/project/bis-grant-uk/>

Науковий керівник: Ю.М. Барташевська, к.е.н., доцент

Nina Rizun
*Assistant Professor, Gdansk University of Technology,
Gdansk, Poland*

Yuliia Bartashevsk
*Head of IT Department, Alfred Nobel University,
Dnipro, Ukraine*

DIGITALIZATION OF PUBLIC SERVICES AND LABOR MARKET NEEDS

Today, the digitalization of the public sector is no longer perceived as a separate sphere of state activity but affects all spheres of society, the economy, and the state. For the state, the processes of digital transformation pose a special challenge: the need to attract new types of specialists and integrate digital tools, methods, strategies, and culture not only into development strategies and plans, but also into everyday work. This task is complicated by the search for specialists in a new formation, which goes far beyond digital specialties and also covers modern approaches to the development and provision of services. These are specialists of a wide profile: specialists with knowledge of user experience and interface development, digital skills, strategic analysts, idea generators - a wide range of new competencies is becoming critically important. Many of these professions did not exist at the time public administrations were created, and some have emerged only in the last 5-7 years [1].

In Ukraine, the key competencies and skills required for civil servants are determined by the National Agency for Civil Service (NACS) and include: a high level of task performance, knowledge of legislation, effective decision-making, professional knowledge, change implementation, leadership, teamwork and interaction, as well as digital literacy. Also, possession of specialized knowledge in the relevant field of activity, leadership, and teamwork [2, 3].

For the countries of the European Union, the key competencies and skills are: strategic thinking; achieving set goals and effective use of resources; communication skills; the ability to respond quickly to changes and work effectively in conditions of uncertainty; ethical awareness.

Thus, for Ukraine and the EU, the important competencies for the civil service are: result orientation; achieving set goals and effective task performance; teamwork and interaction. However, in the EU countries, more attention is paid to long-term planning and forecasting, ethical motives and transparency, while in Ukraine, the emphasis is on the performance of current tasks [3].

Let's move on to the analysis of the Ukrainian labor market. Based on the data collected from various job search sites, mostly LinkedIn, robota.ua, work.ua, and company.diia.gov.ua, we obtain the following most popular keywords by which vacancies in the public sector are searched for within the framework of the joint creation of public services (Fig. 1).

So, according to Fig. 1, vacancies in the field of digitalization of public services are best searched for by the words: “public service” (30%), “public sector” and “digital transformation” (16% each), “public administration” and “it” (13% each), all other words – from 8% to 1%.

Also, despite martial law, more than 90% of employers focus on office work (“full time”), with the remaining percentages divided almost proportionally between remote and part-time work.

Vacancies in the field of providing digital public services in the Ukrainian labor market are presented in Fig. 2. Analyzing Fig. 2 we can see that these are the following positions: analyst, digital analyst or head of the analytical department; expert/specialist/chief specialist in digital transformation; head of the sector/department of information support and public relations, etc.

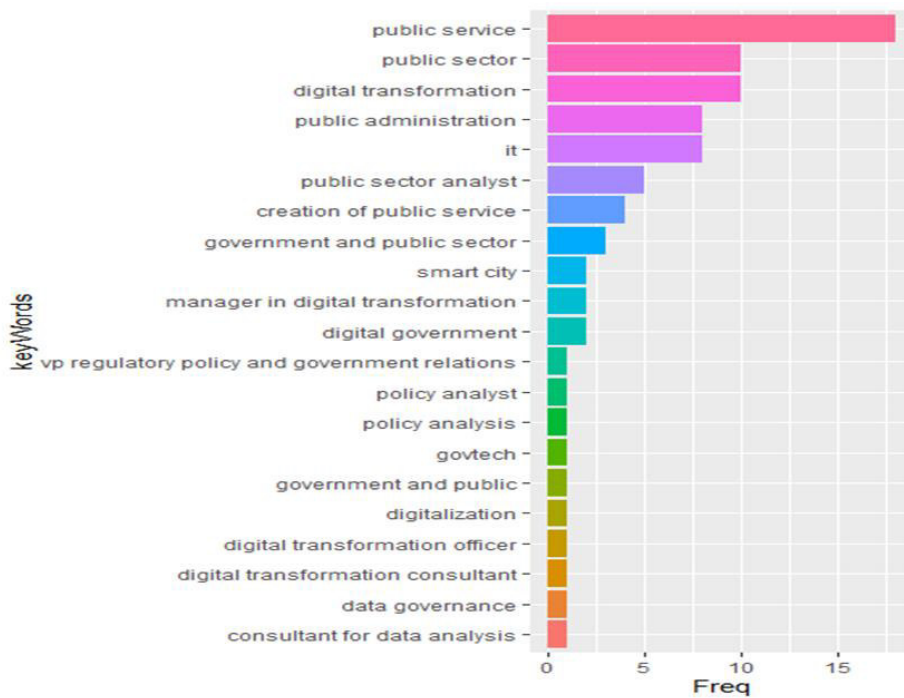


Fig. 1. Popular keywords for searching for jobs in digital government



Fig. 2. Vacancies in the field of digital public services provision on the Ukrainian labor market

According to the Ukrainian labor market, vacancies related to the digitalization of public services, co-creation of public services will require potential workers to have: knowledge of digital services and technologies; development and implementation of projects for the digitalization of public services; knowledge of rules, legislative acts and initiatives for the provision and support of digital services; ability to analyze data and prepare reports and present results; communicate both within the team/unit and with potential stakeholders.

To perform the above work processes and actions related to the provision of digital services and support of digital state services, certain skills and qualifications, level of education, and possible additional optional requirements are required, which will be a plus for this position.

References:

1. Digital Transformation. URL: <https://oecd-opsi.org/guide/digital-transformation/>
2. Професійна компетентність сучасного державного службовця: сертифікатна програма (2022). URL: https://pdp.nacs.gov.ua/courses/profesiina-kompetentnist-suchasnoho-derzhavnoho-sluzhbovtzia_
3. Pospelova Tetiana Enhancing the efficiency of civil servants in the face of modern challenges: a competency-based approach and european experience (2025). Electronic Scientific Publication “Public Administration and National Security”. URL: <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/17413692247397.pdf>

СЕКЦІЯ: WEB-РОЗРОБКА ТА ДИЗАЙН

І.В. Крисенко
магістрант, 2-й рік навчання,
спеціальність F3(122) «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ПОШТОВИХ СЕРВІСІВ «НОВА ПОШТА» У ПЛАТФОРМУ WIX ECOMMERCE

Стрімкий розвиток електронної комерції в Україні зумовлює зростання вимог до якості та гнучкості логістичних рішень, зокрема на етапі оформлення замовлення в інтернет-магазинах. Для українського ринку ключовим логістичним оператором є сервіс «Нова Пошта», однак його інтеграція у міжнародні SaaS-платформи електронної комерції, такі як Wix eCommerce, залишається обмеженою стандартним функціоналом. Це створює потребу у розробці кастомних інтеграційних рішень, здатних розширити процес Checkout без порушення архітектурних обмежень платформи.

Метою даної роботи є розробка інтеграційного додатка для платформи Wix eCommerce, який забезпечує розширення стандартного процесу оформлення замовлення шляхом додавання користувацької форми вибору параметрів доставки сервісу «Нова Пошта». Основна увага приділяється інтеграції з офіційними API Wix та «Нової Пошти» із використанням рекомендованих механізмів розширення платформи.

У процесі дослідження було проаналізовано архітектурні можливості платформи Wix, зокрема механізми Site Plugin, Wix Blocks, Shipping Rates Integration Service Plugin та Extended Fields. Окрему увагу приділено API «Нової Пошти», зокрема методам searchSettlements та getWarehouses, які дозволяють отримувати актуальні дані про населені пункти, відділення та поштомати. На основі проведеного аналізу було спроектовано структуру додатка, що складається з frontend-частини, backend-логіки та зовнішніх інтеграційних сервісів.

Frontend-частина реалізована у вигляді Site Plugin, вбудованого безпосередньо у сторінку Checkout, та створена за допомогою Wix Blocks. Через обмеження платформи доступ до HTML-коду відсутній, тому інтерфейс побудований виключно з компонентів Wix. Користувачеві надається можливість обрати тип доставки (відділення або поштомат), ввести контактні дані отримувача, здійснити пошук міста та відділення з використанням механізму typeahead.

Backend-частина додатка реалізована з використанням serverless-модулів Wix (.jsx). Вона відповідає за взаємодію з Wix eCommerce Checkout API, збереження та оновлення даних доставки, а також за інтеграцію з API «Нової Пошти». Для захисту конфіденційних даних використовується Wix Secrets Vault у поєднанні з серверною авторизацією. Окремо реалізовано REST-сервіс на базі Cloudflare Workers, який виконує роль Shipping Rates API та повертає доступні варіанти доставки з фіксованою вартістю.

Особливістю реалізації є використання механізму Extended Fields, що дозволяє зберігати структуровані дані доставки (ідентифікатори міста, відділення, тип доставки) у власному namespace. Це забезпечує коректну передачу даних із Checkout до системи замовлень Wix eCommerce Orders та їх подальше відображення у Business Manager. Після підтвердження оформлення замовлення всі дані доставки автоматично стають доступними для адміністратора магазину.

Результати реалізації підтверджують можливість глибокої кастомізації процесу оформлення замовлення у Wix eCommerce без порушення стандартної логіки платформи. Розроблений додаток успішно встановлюється на сайти розробника, коректно інтегрується у сторінку Checkout, забезпечує вибір параметрів доставки «Нової Пошти» та збереження повних даних замовлення.

Подальший розвиток рішення може включати реалізацію динамічного розрахунку вартості доставки на основі параметрів кошика та локації, інтеграцію офіційного віджета «Нової Пошти», вдосконалення відображення логістичних даних у замовленнях, а також завершення

адміністративної частини додатка. Для публікації додатка у Wix App Market необхідно пройти процедуру ревізії, яка передбачає повністю реалізовану адмінку та детальний опис функціоналу.

Список використаних джерел

1. Wix Developers. How Apps Extend Wix. URL: <https://dev.wix.com/docs/build-apps/get-started/overview/how-apps-extend-wix>
2. Wix Developers. Wix Blocks Framework. URL: <https://dev.wix.com/docs/build-apps/develop-your-app/frameworks/wix-blocks/about-wix-blocks>
3. Wix Developers. Shipping Rates Integration Service Plugin. URL: <https://dev.wix.com/docs/sdk/backend-modules/ecom/service-plugins/shipping-rates/introduction>
4. Nova Poshta Developers. Офіційна документація API. URL: <https://developers.novaposhta.ua/documentation>
5. Nova Poshta Developers. Інструкція з інтеграції віджета вибору підрозділу доставки. URL: <https://developers.novaposhta.ua/pages/instrukciya-z-integraciyi-widget-viboru-pidrozdil-dostavki>

Науковий керівник: І.В. Рижков, д-р тех. наук, доцент

О.С. Хрипко
викладач кафедри інформаційних технологій та дизайну
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕФЕКТИВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та процесів цифровізації суттєво трансформували способи створення, передачі й сприйняття інформації. У цифровому середовищі комунікація дедалі більше ґрунтується не лише на текстових повідомленнях, а й на візуальних формах подання даних, що зумовлено зростанням обсягів інформаційних потоків та необхідністю їх оперативного й зрозумілого опрацювання. У цьому контексті візуалізація інформації постає важливим інструментом оптимізації комунікативних процесів, спрямованим на підвищення зрозумілості, доступності та ефективності передачі змісту в цифровому просторі.

Поняття «візуалізація інформації» у наукових дослідженнях трактується як процес подання даних, знань або повідомлень у графічній, образній чи структурованій формі з метою полегшення їх сприйняття та інтерпретації. Зокрема, Е. Тафті розглядає візуалізацію як засіб аналітичного мислення, що дозволяє виявляти закономірності, взаємозв'язки та тенденції у великих масивах даних за допомогою візуальних форм [1]. Подібного підходу дотримується С. Ф'ю, який наголошує на функціональній ролі візуалізації як інструменту перетворення абстрактних даних у зрозумілу для користувача інформацію, орієнтовану на прийняття рішень [2].

У межах когнітивних наук візуалізація інформації розглядається крізь призму особливостей людського сприйняття та обробки зорових стимулів. Так, С. Уер підкреслює, що ефективність візуальних представлень ґрунтується на здатності зорової системи людини швидко розпізнавати просторові, кольорові та структурні відмінності, що суттєво підвищує швидкість розуміння інформації порівняно з текстовими формами [3].

У контексті теорії комунікації та дизайну візуалізація інтерпретується як складова комунікативного процесу, що забезпечує смислову організацію повідомлення та посилює його вплив на аудиторію. Таким чином, візуалізація інформації постає міждисциплінарним явищем, яке поєднує підходи дизайну, інформатики, когнітивної психології та комунікативних наук, формуючи підґрунтя для ефективної взаємодії в цифровому середовищі.

Цифрове середовище визначається як сукупність технологічних платформ, програмних засобів і мережевих ресурсів, у межах яких відбувається створення, обмін і споживання інформації. Саме цифрові технології значною мірою сприяли еволюції візуальних форм - від статичних зображень і схем до інтерактивних, динамічних та адаптивних візуальних рішень.

Комунікація в цифровому просторі характеризується високою швидкістю та орієнтацією на користувача. У цій системі візуалізація інформації виконує функцію посередника між складними масивами даних і кінцевим адресатом, забезпечуючи цілісність, логічність і смислову впорядкованість повідомлень.

Ефективність візуалізації безпосередньо пов'язана з особливостями людського сприйняття. Дослідження у сфері когнітивної психології свідчать, що візуальна інформація обробляється швидше, ніж текстова, оскільки зорові образи активізують асоціативне мислення та пам'ять. Зокрема, у межах теорії подвійного кодування А. Пайвіо доведено, що інформація, подана одночасно у вербальній та візуальній формах, краще запам'ятовується та відтворюється, ніж інформація, представлена лише текстово [4].

Емпіричні дослідження також підтверджують, що графіки, схеми та діаграми значно скорочують час аналізу інформації порівняно з суцільними текстовими описами, особливо у випадках роботи з числовими або структурно складними даними. Так, К. Уер зазначає, що людська зорова система здатна майже миттєво розпізнавати просторові, кольорові та формальні відмінності, що робить візуальні представлення особливо ефективними для швидкого розуміння взаємозв'язків і закономірностей [5]. Подібні висновки підтверджуються й у психологічних дослідженнях, де встановлено, що використання візуальних матеріалів сприяє зниженню когнітивного навантаження та підвищенню рівня засвоєння інформації, особливо в цифровому середовищі [6].

Форма, колір, композиція та візуальна ієрархія суттєво впливають на процес інтерпретації змісту. Наприклад, кольорові акценти сприяють виділенню смислових блоків, а композиційна впорядкованість полегшує навігацію в інформаційному просторі. Чітка ієрархія елементів дозволяє користувачеві швидше ідентифікувати головні повідомлення та взаємозв'язки між ними.

Зменшення когнітивного навантаження є одним із провідних завдань візуалізації. Завдяки структурованому поданню інформації знижується рівень перевантаження уваги, що, у свою чергу, підвищує читабельність і точність сприйняття цифрових повідомлень.

У процесі створення візуальних матеріалів у цифровому середовищі важливе значення мають дизайнерські принципи, спрямовані на гармонійне поєднання функціональності та естетики. Структурування даних передбачає логічний розподіл інформації на блоки, що забезпечує послідовність і зрозумілість подання. Візуальна ієрархія досягається за допомогою типографічних засобів, масштабування, контрасту та просторового розміщення елементів. Типографіка, зокрема вибір шрифтів і міжрядкових інтервалів, відіграє значну роль у формуванні читабельності та загального враження від цифрового контенту. Особливу увагу приділяють адаптації візуальних матеріалів до різних пристроїв і платформ. Універсальність і гнучкість дизайну дозволяють зберігати цілісність комунікації незалежно від технічних умов використання. Узгодження естетичних і функціональних характеристик забезпечує стабільну якість взаємодії користувача з інформаційним продуктом.

У сфері бізнесу візуалізація активно застосовується для представлення аналітичних даних, стратегічних рішень та маркетингових повідомлень. Інфографіка, презентації та дашборди сприяють швидкому розумінню складних показників і підтримують процес ухвалення управлінських рішень.

Сучасний етап розвитку візуалізації інформації характеризується зростанням популярності інтерактивних і динамічних форм подання даних. Data visualization, анімація та інтерактивні інтерфейси дозволяють користувачеві не лише споживати інформацію, а й активно взаємодіяти з нею. Водночас посилюється проблема надмірної візуальності, яка може призводити до перевантаження сприйняття та втрати смислової чіткості.

Перспективи розвитку візуальних комунікацій у цифровому середовищі значною мірою пов'язані з інтеграцією технологій штучного інтелекту, які відкривають нові можливості для автоматизованого аналізу, генерації та адаптації візуального контенту. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє здійснювати інтелектуальну обробку великих масивів даних і формувати візуальні представлення з урахуванням контексту, цілей комунікації та характеристик аудиторії. Важливим напрямом подальшого розвитку є персоналізація візуальних матеріалів, що передбачає адаптацію графічних елементів, структури подання інформації та рівня деталізації

відповідно до індивідуальних потреб користувачів. Такий підхід сприяє підвищенню залученості аудиторії та ефективності комунікації, особливо в умовах взаємодії з цифровими платформами.

Окрім цього, удосконалення інструментів візуального аналізу даних сприяє розвитку інтерактивних і динамічних форм комунікації, у межах яких користувач набуває активної ролі у дослідженні інформації.

Список використаних джерел

1. Tufte E. The Visual Display of Quantitative Information. URL: https://www.edwardtufte.com/tufte/books_vdqi. (дата звернення: 09.01.2026).
2. Few S. Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs. URL: <https://www.perceptualedge.com/book/> (дата звернення: 10.01.2026).
3. Ware C. Information Visualization: Perception for Design. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123814647/information-visualization> (дата звернення: 10.01.2026).
4. Paivio A. Mental Representations: A Dual Coding Approach. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780195066661/mental-representations> (дата звернення: 11.01.2026).
5. Ware C. Information Visualization: Perception for Design. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123814647/information-visualization> (дата звернення: 11.01.2026).
6. Mayer R. E. Multimedia Learning. URL: <https://www.cambridge.org/core/books/multimedia-learning/> (дата звернення: 11.01.2026).

В.В. Монахов
магістрант, 2-й рік навчання,
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Університет імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро

МАСШТАБОВАНІ ВЕБ-ЗАСТОСУНКИ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ МІКРОФРОНТЕНДІВ

Сучасна екосистема веб-розробки характеризується експоненційним зростанням складності програмних продуктів, які трансформуються у комплексні корпоративні платформи. У таких умовах традиційна монолітна архітектура фронтенду стає критичним обмеженням для розвитку бізнесу через неможливість ефективного керування складністю, значні труднощі з масштабуванням великих команд та відсутність можливості незалежного розгортання окремих функціональних блоків. Концепція мікрофронтендів пропонує вирішення цих проблем шляхом декомпозиції системи на автономні модулі, що дозволяє структурувати програмне забезпечення відповідно до структури організації.

Розглянуті у сучасній літературі дослідження або фокусуються на опитуваннях, які за своєю природою є суб'єктивними, або проводять заміри на малих тестових стендах, ігноруючи реальну поведінку системи при екстремальному масштабуванні. Відсутність емпіричних даних про те, як саме змінюються метрики продуктивності та організаційної ефективності при зростанні кількості модулів від десяти до п'ятдесяти і більше, унеможлиблює прийняття обґрунтованих архітектурних рішень на етапі проєктування Enterprise-систем. Це зумовлює актуальність даної роботи, присвяченої комплексному аналізу масштабованих веб-застосунків та встановленню кількісних залежностей між архітектурним підходом і швидкістю доставки продукту.

Історично архітектура веб-розробки пройшла шлях від жорстко централізованих серверних рішень до односторінкових застосунків, де браузер бере на себе повну відповідальність за генерацію інтерфейсу. Проте саме успіх такої моделі призвів до виникнення фронтенд-монолітів, які характеризуються високою зв'язністю, ризиками технологічної стагнації та складністю синхронізації роботи десятків розробників над єдиним кодовим простором. У великих системах це спричиняє виникнення точок блокування у процесах безперервної інтеграції, де помилка однієї команди зупиняє реліз усього продукту.

Мікрофронтенди вирішують ці виклики через декомпозицію інтерфейсу на незалежно розгорнуті артефакти. Найбільш ефективною стратегією для великих систем є вертикальний поділ, де кожен модуль є повноцінним функціональним блоком, що охоплює весь технологічний

стек. Це дозволяє мінімізувати зовнішні залежності та впроваджувати зміни автономно, не синхронізуючи цикли випуску з іншими частинами системи.

Важливим аспектом проектування є вибір методу інтеграції, серед яких найбільш перспективним для корпоративного сектору є використання федерації модулів (Module Federation). На відміну від ізоляції через фрейми (Iframes), цей підхід дозволяє модулям спільно використовувати ядро фреймворку та бібліотеки через механізм узгодження версій, що забезпечує цілісний користувацький досвід (коли застосунок сприймається єдина монолітна система, попри його розподілену мікрофронтенду архітектуру) та високу продуктивність. Також такий метод підтримує технологічну агностичність, дозволяючи за потреби інтегрувати модулі, написані на різних технологічних стеках, що є критичним для еволюційного розвитку довгоживучих проєктів.

Для перевірки теоретичних положень було розроблено методику технічного експерименту на базі фреймворку Angular 19 версії, що передбачала порівняння монолітного стенду та розподіленої системи. Процес валідації включав ітеративне збільшення кодової бази шляхом автоматизованої генерації синтетичних модулів та фіксацію метрик часу збірки (Build Time), обсягу переданих даних (Initial Transfer Size) та швидкості відмальовування контенту (Large Contentful Paint, Total Blocking Time). Для забезпечення статистичної достовірності вимірювання повторювалися багаторазово з використанням ізольованих середовищ у контейнерах Docker.

Оцінка результатів вимірювання часу збірки підтвердила лінійну деградацію монолітної архітектури: впровадження кожного нового функціонального модуля спричиняє стабільне зростання тривалості часу збірки. Натомість розподілена модель демонструє константну складність, оскільки тривалість збірки окремого мікрофронтенду є автономною та не залежить від загального масштабу всієї екосистеми. Виконане прогнозне моделювання для систем класу Enterprise свідчить, що при масштабуванні до ста модулів час інтеграції моноліту зростатиме нелінійно через критичне навантаження на оперативну пам'ять та інтенсивну роботу збирача сміття, тоді як архітектура мікрофронтендів зберігатиме стабільно високу швидкість обробки.

Дослідження метрик продуктивності показало наявність певного архітектурного податку при переході на розподілену модель. Зокрема, було зафіксовано зростання обсягу завантажуваних даних (Initial Transfer Size) та погіршення показника відображення найбільшого контенту (Large Contentful Paint), що зумовлено завантаженням службових скриптів для оркестрації модулів та частковим дублюванням інфраструктурних залежностей. Однак, незважаючи на це, показники залишаються в межах нормативів якості сучасних браузерів, а відсутність суттєвого блокування головного потоку гарантує стабільну інтерактивність інтерфейсу.

Організаційна масштабованість системи була проаналізована через призму показника Time-to-Market (TTM), що визначає швидкість доставки нових функцій від моменту початку розробки до їх отримання кінцевим користувачем. Для оцінки впливу архітектури на цей показник було застосовано імовірнісну модель конкуренції за ресурси інтеграції, яка виявила, що в умовах монолітної архітектури ризик блокування черг автоматизованої збірки (CI/CD) при активній роботі великої команди наближається до максимуму. Це призводить до фактичного подвоєння реального часу очікування результатів розробником, що суттєво сповільнює важливий для бізнесу TTM. На противагу цьому, мікрофронтендна архітектура дозволяє повністю нівелювати ці ризики завдяки паралелізації процесів збірки, що забезпечує скорочення технічних затримок інтеграції у кілька разів та гарантує безперервний потік доставки продукту незалежно від стабільності окремих модулів екосистеми.

У висновках роботи підкреслено, що впровадження мікрофронтендів стає організаційно та технічно виправданим лише після досягнення певної точки перетину ефективності, яка для дослідженої моделі становить понад п'ять функціональних модулів. Для менших проєктів накладні витрати на інфраструктуру та погіршення продуктивності на стороні клієнта не виправдовуються виграшем у швидкості розробки. Перспективним вектором подальшого дослідження визначено перехід до нативних стандартів федерації модулів, що дозволить відмовитися від додаткового коду збірників та суттєво покращити показники швидкості завантаження та збірки застосунків у майбутньому.

Список використаних джерел

1. Amorim, G., Rocha, L., Mendes, F. F., Santos, R. P. dos, & Canedo, E. D. (2025). Guidelines for Adoption Micro-frontend Architecture. 713–722. <https://doi.org/10.5753/SBSI.2025.246619>.
2. Angular Architects. The Microfrontend Revolution: Module Federation with Angular. URL: <https://www.angulararchitects.io/blog/the-microfrontend-revolution-part-2-module-federation-with-angular/> (дата звернення: 14.12.2025).
3. Conway, M. E. (1968). How do committees invent. *Datamation*, 14(4), 28-31.
4. Dragoni, Nicola & Giallorenzo, Saverio & Lluch-Lafuente, Alberto & Mazzara, Manuel & Montesi, Fabrizio & Mustafin, Ruslan & Safina, Larisa. (2017). *Microservices: yesterday, today, and tomorrow*.
5. Evans E. *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. Addison-Wesley Professional, 2003. 560 p..
6. Forsgren, N., Humble, J., & Kim, G. (2018). *Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps: Building and Scaling High Performing Technology Organizations*. IT Revolution Press.
7. Google Search Central. Understanding Core Web Vitals and Google search results URL: <https://developers.google.com/search/docs/appearance/core-web-vitals> (дата звернення: 14.12.2025).
8. Jackson Z., Herrington J. *Practical Module Federation*. Independently published, 2020. 157 p..
9. Kurapati, Lakshmanarao. (2025). *Micro Frontend Architecture: Benefits, Challenges, and Best Practices*. 6. 10.36948/ijfmr.2024.v06i05.28481.
10. Nishizu, Y., & Kamina, T. (2022). Implementing Micro Frontends Using Signal- based Web Components. *Journal of Information Processing*, 30, 505–512. <https://doi.org/10.2197/IPSJJIP.30.505>.
11. NPM. *@angular-devkit/build-angular*. URL: <https://www.npmjs.com/package/@angular-devkit/build-angular> (дата звернення: 14.12.2025).
12. Olegovich Alekseev, P. (2024). Using Micro Frontends for Modular Architecture of Web Applications. *Universal Library of Engineering Technology*, 01(02), 35–41. <https://doi.org/10.70315/ULOAP.ULETE.2024.0102006>.
13. Pavlenko, Andrei & Askarbekuly, Nursultan & Megha, Swati & Mazzara, Manuel. (2020). *Micro-frontends: application of microservices to web front-ends*. 10.22667/JISIS.2020.05.31.049.
14. Peltonen, S., Mezzalira, L., & Taibi, D. (2021). Motivations, benefits, and issues for adopting Micro-Frontends: A Multivocal Literature Review. *Information and Software Technology*, 136, 106571. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2021.106571>.
15. Petcu, A., ... M. F.-U. P. of, & 2023. (n.d.). Benefits, challenges, and performance analysis of a scalable web architecture based on micro-frontends. *Scientificbulletin.Upb.Ro*, 85(3), 2023. Retrieved December 7, 2025, from https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full454_102480.pdf.
16. Singh, O., Panwar, S., & Kapur, P. K. (2020). Determining software time-to-market and testing stop time when release time is a change-point. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(2), 208–224. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.2.017>.
17. Sutharsica, A., & Arambepola, N. (2025). *Micro-Frontend Architecture: A Comparative Study of Startups and Large Established Companies-Suitability, Benefits, Challenges, and Practical Insights*. *Proceedings - International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2025*. <https://doi.org/10.1109/SCSE65633.2025.11030972>.
18. Taibi, D., & Mezzalira, L. (2022). *Micro-Frontends*. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 47(4), 25–29. <https://doi.org/10.1145/3561846.3561853>.
19. Дворичанський, Б. А., & Ситніков, Д. Е. (2025). Аналіз підходів до створення масштабованих веб-додатків на основі мікрофронтенд-архітектури. *Збірник Наукових Праць Харківського Національного Університету Повітряних Сил*, 2(84), 87–97. <https://doi.org/10.30748/ZHUPS.2025.84.10>.

Науковий керівник: Рижков І.В., д-р тех. наук, доцент

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБДОДАТКІВ НЕРУХОМОСТІ

У сучасному світі веб-технології стали основою для створення інтерактивних і динамічних додатків, які використовуються в різних сферах життя: від електронної комерції до соціальних мереж і освітніх платформ. Для розробки таких додатків існує безліч технологій, але найбільш популярними є фреймворки, що дозволяють значно скоротити час розробки і забезпечити стабільність та масштабованість рішень. На ринку існують різні фреймворки для побудови веб-додатків, серед яких особливо виділяються React, Angular і Vue.js. Кожен з цих фреймворків має свої переваги і недоліки, що робить вибір оптимального інструменту важливим етапом у процесі розробки.

Актуальність теми порівняльного аналізу швидкодії та надійності інструментів для забезпечення якості функціоналу веб-додатку нерухомості обумовлена стрімким розвитком сфери електронної комерції та зростаючими вимогами до якості веб-додатків, що надають послуги у режимі онлайн. Ринок нерухомості активно трансформується у цифровий формат, де веб-додатки виступають основним каналом взаємодії між користувачами та сервісами з пошуку, аналізу й придбання об'єктів нерухомості.

У сучасних умовах користувачі очікують від веб-додатків нерухомості високої швидкодії, стабільності та коректної роботи всіх функціональних елементів, зокрема механізмів реєстрації та авторизації, пошуку об'єктів за заданими параметрами, фільтрації результатів, перегляду детальної інформації та взаємодії з базою даних. Будь-які збої або затримки у роботі таких систем можуть призводити до втрати довіри користувачів і, як наслідок, до фінансових втрат для бізнесу.

У межах даного дослідження проведено експериментальне порівняння інструментів автоматизації браузерного тестування Selenium, Playwright та Browser Automation Studio на прикладі веб-додатку у сфері нерухомості. Досліджуваний веб-додаток реалізує основні бізнес-сценарії, характерні для сучасних онлайн-платформ нерухомості, зокрема пошук об'єктів, застосування фільтрів, перегляд детальної інформації та оформлення заявки користувачем.

З метою забезпечення об'єктивності та відтворюваності результатів для всіх інструментів використовувався ідентичний набір із 25 критичних автоматизованих тестів. Тестові сценарії виконувалися багаторазово в одному й тому самому тестовому середовищі без змін апаратної або програмної конфігурації, що дозволило мінімізувати вплив зовнішніх чинників на результати експерименту.

Експерименти проводилися на єдиній апаратній платформі з використанням браузера Google Chrome у headless-режимі. Для кожного інструменту тестовий набір запускався 10 разів, після чого обчислювалися середній час виконання, стандартне відхилення та кількість нестабільних падінь тестів. Такий підхід дозволив зменшити вплив випадкових мережеских затримок і фонових процесів операційної системи та отримати статистично обґрунтовані результати.

Основними критеріями оцінювання були:

- швидкодія виконання повного тестового набору;
- стабільність результатів при повторних запусках;
- зручність підтримки та масштабування тестового коду в умовах реального проекту.

Оцінювання швидкодії здійснювалося шляхом фіксації сумарного часу виконання всіх тестів, що дозволило сформулювати узагальнене уявлення про ефективність кожного інструменту в умовах високої динаміки користувацького інтерфейсу.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що інструмент Playwright продемонстрував найкращі показники як за швидкістю, так і за стабільністю. Середній час

виконання повного тестового набору становив 6,8 хвилини, тоді як для Selenium цей показник дорівнював 11,4 хвилини, а для Browser Automation Studio — 9,9 хвилини. Крім того, Playwright характеризувався найменшим стандартним відхиленням часу виконання ($\pm 0,3$ хвилини), що свідчить про високу передбачуваність і повторюваність результатів.

Переваги Playwright пояснюються використанням асинхронної моделі виконання тестів, прямою взаємодією з браузерними API та наявністю вбудованих механізмів автоматичного очікування елементів інтерфейсу. Завдяки цьому кількість помилок, пов'язаних із проблемами синхронізації, була мінімальною. У середньому лише 1–2 % тестів завершувалися нестабільно при повторних запусках, що дозволяє вважати Playwright найбільш надійним інструментом серед досліджуваних.

Інструмент Selenium продемонстрував нижчу швидкодію та вищу чутливість до динамічних змін користувацького інтерфейсу. Основною причиною цього є архітектура WebDriver, яка передбачає взаємодію з браузером через проміжний драйвер. Середній час виконання тестів у Selenium перевищував відповідний показник Playwright приблизно на 40–45 %, а частка нестабільних падінь становила 7–9 % від загальної кількості запусків. Значна кількість помилок була зумовлена необхідністю ручного налаштування явних та неявних механізмів очікування.

Browser Automation Studio показав задовільні результати на початкових етапах автоматизації, зокрема з точки зору швидкості створення сценаріїв та візуальної наочності. Однак зі збільшенням кількості тестів і ускладненням логіки сценаріїв спостерігалось зниження стабільності та зростання складності підтримки тестового коду. Середній час виконання тестів був меншим, ніж у Selenium, проте рівень нестабільності при масштабуванні досягав 10–12 %, що обмежує доцільність застосування цього інструменту у великих проєктах.

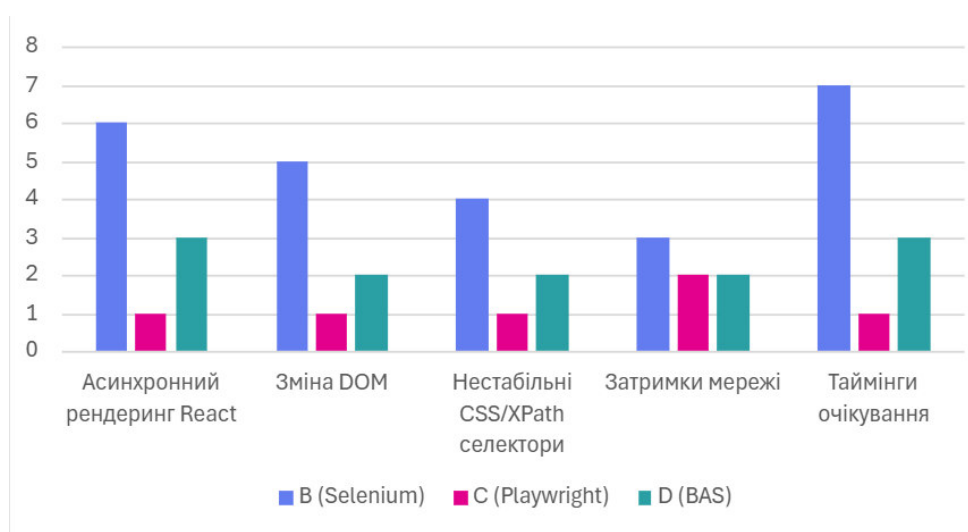


Рис. 1. Порівняння причин нестабільності тестів для різних інструментів автоматизації

Таким чином, на основі отриманих експериментальних даних можна зробити висновок, що для великих і динамічних веб-додатків у сфері нерухомості найбільш доцільним є використання Playwright, який поєднує високу швидкодію, стабільність та зручність підтримки тестового коду. Selenium доцільно застосовувати у проєктах із підвищеними вимогами до кросбраузерної сумісності та інтеграції з існуючими інфраструктурами, тоді як Browser Automation Studio може бути ефективним інструментом для створення прототипів або автоматизації простих сценаріїв з обмеженим обсягом тестів.

Список використаних джерел

1. Myers G. J., Sandler C., Badgett T. The art of software testing. 3rd ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2011. 256 p.

Науковий керівник: С.Л. Хрипко, д-р тех. наук, професор

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО КЕШУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ

У сучасних умовах цифровізації освіти та стрімкого розвитку онлайн-платформ веб-додатки функціонують у середовищі високих і нерівномірних навантажень. Онлайн-школи та системи дистанційного навчання обслуговують значну кількість користувачів одночасно, особливо під час пікових періодів активності. За таких умов ключовими вимогами до веб-систем є висока швидкість, масштабованість і стабільність функціонування.

Однією з основних проблем високонавантажених веб-додатків є надмірне навантаження на серверні ресурси та бази даних, що призводить до зростання часу обробки запитів і погіршення користувацького досвіду. Ефективним підходом до підвищення продуктивності таких систем є впровадження механізмів багаторівневого кешування, які дозволяють зменшити кількість звернень до бази даних і прискорити доступ до часто використовуваних даних.

Метою даної роботи є оцінка впливу архітектурних рішень та механізмів багаторівневого кешування на ключові метрики продуктивності веб-системи. Для досягнення поставленої мети було розроблено серверну частину веб-додатку з використанням фреймворку Spring Boot та реляційної системи керування базами даних PostgreSQL.

У межах дослідження реалізовано дворівневу систему кешування, що включає:

локальний рівень кешування (рівень додатку) — зберігання часто запитуваних даних в оперативній пам'яті самого додатку за допомогою механізму Spring Cache, що забезпечує мінімальний час доступу до даних;

розподілений рівень кешування — використання Redis як зовнішнього кеш-сховища, що дозволяє забезпечити спільний доступ до кешованих даних для декількох екземплярів мікросервісів, а також зберігати дані у разі перезапуску серверних компонентів.

Для оцінювання ефективності запропонованого підходу було проведено навантажувальне тестування з використанням інструменту Apache JMeter. Під час експерименту змодельовано сценарій одночасної роботи 100 користувачів з інтенсивними запитами до API, що відповідає типовому навантаженню для освітніх веб-платформ.

Результати експериментального дослідження засвідчили істотне покращення показників продуктивності. У конфігурації без використання кешування середній час відповіді системи становив 12 мс, при цьому фіксувалися пікові затримки до 305 мс, спричинені блокуваннями на рівні бази даних. Натомість при використанні розподіленого кешу Redis середній час відповіді зменшився до 1 мс, а максимальний час обробки запитів не перевищував 25 мс. Пропускна здатність системи при цьому залишалася стабільною навіть за умов пікового навантаження.

Таким чином, впровадження багаторівневого кешування дозволило прискорити обробку запитів приблизно у 12 разів та суттєво знизити навантаження на базу даних. Отримані результати підтверджують доцільність використання Redis у складі архітектури високонавантажених веб-додатків, зокрема освітніх онлайн-платформ, що функціонують у режимі масового одночасного доступу користувачів.

Список використаних джерел

1. Spring Boot Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://spring.io/projects/spring-boot>.
2. Redis Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://redis.io/documentation>.

Науковий керівник: С.Л. Хрипко, д-р тех. наук, професор

Наукове видання

V Міжнародна науково-практична конференція

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
БІЗНЕС, НАУКА, ОСВІТА**

тези доповідей 16 січня 2026 р.
(українською та англійською мовами)

Електронне видання

ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля».
49000, м. Дніпро, вул. Січеславська Набережна, 18.
e-mail: nobel.science@duan.edu.ua