



Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Твоє успішне майбутнє

Фізико-математичний факультет

ЗБІРНИК
матеріалів наукової конференції
за підсумками науково-дослідної роботи
здобувачів вищої освіти
фізико-математичного факультету
у 2024-2025 н. р.

9-10 квітня 2025 року



ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Кам'янець-Подільський
2025

УДК 51+53+004

ББК 22.1+22.3+32.97

341

*Рекомендовано вченою радою фізико-математичного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка,
протокол № 6 від 28 травня 2025 року.*

Рецензенти:

Віталій ІВАНЮК, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук;

Юрій СМОРЖЕВСЬКИЙ, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математики;

Сергій ОПТАСЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри фізики.

Редакційна колегія:

Катерина ГЕСЕЛЕВА, кандидат фізико-математичних наук, декан фізико-математичного факультету;

Уляна ГУДИМА, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики;

Тетяна ПИЛИПЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук;

Руслан ПОВЕДА, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики.

Відповідальний секретар:

Тетяна ПОВЕДА, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики.

Збірник матеріалів наукової конференції за підсумками науково-дослідної роботи здобувачів вищої освіти фізико-математичного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка у 2024-2025 н.р., 9-10 квітня 2025 року [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, фізико-математичний факультет, 2025. 109 с.

Електронна версія збірника доступна за покликаннями:

URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8094>;

<https://fizmat.kpnu.edu.ua/studentski-konferentsii/>

З М І С Т

Дмитро АНДРОНІК ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКУ В ПОТОКОВІЙ МЕРЕЖІ	5
Олександр БЄКТЄРЄВ ПОКРАЩЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: СУЧАСНІ МЕТОДИ	7
Максим БІЛОУС МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ ТА АНАЛІЗУ ВИБІРКО- ВИХ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ	10
Максим ВЕЛЬМА РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ КІБЕРАТАК	13
Олександр ДОПТА РОЗРОБКА МЕТОДУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ФЕЙКОВИХ НОВИН ЗА ОБМЕЖЕНОЮ АПРІОРНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ	17
Павло ІЖИЦЬКИЙ АНАЛІЗ РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПОТЯГУ НА ОСНОВІ ЙОГО КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ	19
Віктор КНЯГНИЦЬКИЙ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПРЕЗЕНТАЦІЇ СУВЕНІРІВ	25
Денис КОЛЕСНИК ПРИКЛАДНІ ДИНАМІЧНІ ЗАДАЧІ В МОДЕЛЯХ ОРІЄНТОВАНИХ ГРАФІВ	28
Владислава КОЛЯДЕНКО ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИВЧЕННЯ ОПТИКИ В 11 КЛАСІ	30
Владислав КОСТИНЮК РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ХМАРНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ВІД ІoT-ПРИСТРОЇВ	33
Олександр КУЧМІЙ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ СТОРЕННЯ ВЕБПЛАТФОРМИ ПОДІЙ З ПІДТРИМКОЮ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ	39
Даніїл КУШНІР ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ НА PYTHON І JAVASCRIPT	43
Юрій МЕДВІДЬ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ПРОЦЕДУРНІЙ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВИХ СВІТІВ	48
Микола МОЗОЛЮК WHITE LABEL-РІШЕННЯ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	51
Олександр МРАЧКОВСЬКИЙ РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У ВИГЛЯДІ WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ НАДАННЯ СЕРВІСІВ ДОГЛЯДУ ЗА ДОМАШНІМИ ТВАРИНАМИ	54
Іван МУЗИКА ДИНАМІКА ТА ЕВОЛЮЦІЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЧЕРЕЗ МОДЕЛІ ЗРОСТАННЯ ГРАФІВ	56

Юліана НЕКРАСОВА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ, БЕЗПЕКИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON, C++ ТА RUST	59
Дмитро ПАСТУШКОВ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ПАРКУВАННЯМ НА ОСНОВІ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	63
Богдан ПРОДОЛЯК ПОБУДОВА ПЛАТФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАСТОМІЗОВАНИХ ОНЛАЙН-БІЗНЕСІВ НА СТЕКУ MEAN	65
Максим САС РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЛІКУВАННЯ	69
Валентин СЕРЕДІЮК РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ФОТОФІКСАЦІЇ ТА ОПИСУ МІСЬКИХ ПРОБЛЕМ ІЗ ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ ДО ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ	72
Михайло СІДЕЛЬСЬКИЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА В ХЛІБОПЕКАРНІ	77
Олександр СКІРДЕНКО ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РИНОК ПРАЦІ	80
Леонід СМОТРИКОВСЬКИЙ СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ЗАСОБАМИ FLUTTER/DART З ІНТЕГРАЦІЄЮ БАЗИ ДАНИХ, СТВОРЕНОЇ НА ПЛАТФОРМІ FIREBASE	83
Юрій СТЕФУРА ГРАФОВІ МЕТОДИ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЧАСУ ДОСТАВКИ У МАЛИХ МІСТАХ	87
Роман СТОЛЯР РОЗРОБКА WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙ- НОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ НЕРУХОМОГО МАЙНА	89
Юлія СУРЖЕНКО РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КУРСАМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ТА КЕРІВ-НИКІВ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ	92
Богдан ТКАЧУК ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЮ ПЛАТФОРМУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	94
Юлія ЧЕРВАТІЮК СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛУ РОБОТИ З БАЗОЮ ДАНИХ РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО КАБІНЕТУ	97
Олександр ШЕВЧУК РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ	102
Руслан ЯРЕМКО БАГАТОПОТОКОВІ МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ МАРШРУТІВ ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ	105

Дмитро АНДРОНІК

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Віктор ЩИРБА

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКУ В ПОТОКОВІЙ МЕРЕЖІ

У роботі розглянуто теоретичні аспекти та можливі сфери застосування основних алгоритмів пошуку максимального потоку. Їх вивчення дозволяє не лише зрозуміти основи теорії графів, але й впроваджувати ефективні рішення на практиці.

Ключові слова: потокові мережі, алгоритми на графах.

Актуальність теми. Проблема знаходження максимального потоку в мережі є однією з основних у теорії графів та має численні практичні застосування. Вивчення алгоритмів максимального потоку дозволяє краще зрозуміти основи теорії графів та їх застосування на практиці.

Мета публікації є аналіз основних алгоритмів пошуку максимального потоку, їх теоретичних аспектів та можливих сфер застосування. Зокрема, розглядаються алгоритми Форда-Фалкерсона, Едмондса-Карпа, прошивання передпотуку та знаходження потоку мінімальної вартості.

Виклад основного матеріалу дослідження. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АЛГОРИТМІВ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКУ. Алгоритм Форда-Фалкерсона базується на ітеративному збільшенні потоку в мережі, шукаючи доповнюючі шляхи у залишковій мережі. Він використовує метод пошуку в глибину або ширину для визначення шляху з невичерпаною пропускною здатністю. Алгоритм працює до тих пір, поки існує доповнюючий шлях, що дозволяє збільшити потік. Основна ідея алгоритму полягає в поступовому збільшенні потоку шляхом знаходження ланцюгів з залишковою пропускною здатністю.

Однією з ключових особливостей алгоритму є його залежність від вибору доповнюючих шляхів. Хоча теоретично алгоритм може працювати нескінченно довго на графах з дійсними значеннями пропускних здатностей,

на практиці він часто застосовується разом з методом BFS, що значно прискорює роботу.

Алгоритм Едмондса-Карпа є покращеною версією алгоритму Форда-Фалкерсона, яка використовує метод пошуку в ширину (BFS) для знаходження найкоротших доповнюючих шляхів. Це дозволяє зменшити часову складність до $O(V * E^2)$. Ідея алгоритму полягає в тому, щоб кожного разу знаходити найкоротший доповнюючий шлях і збільшувати потік вздовж цього шляху.

Алгоритм застосовується для розв'язання задач з великими графами, де оптимізація часу є критичною. Однією з переваг є детермінованість та гарантоване знаходження оптимального рішення за кінцевої кількості ітерацій.

Метод проштовхування передпотіку Цей метод ґрунтується на використанні висоти вершин та надлишкового потоку. Основна ідея полягає у тому, щоб проштовхувати потік з переповнених вершин до сусідніх вершин з меншою висотою. Операції підйому та проштовхування забезпечують ефективне усунення надлишків.

Метод особливо ефективний на щільних графах, де інші алгоритми можуть бути менш продуктивними. Він демонструє добру продуктивність завдяки одночасному обробленню кількох переповнених вершин.

Потік мінімальної вартості Цей алгоритм спрямований на мінімізацію вартості потоку при дотриманні обмежень на пропускну здатність. Він використовується в задачах оптимізації логістичних мереж та управління ресурсами. Основний підхід базується на комбінуванні методів максимального потоку з мінімальною вартістю шляхів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ. Алгоритми максимального потоку знаходять широке застосування в реальних системах. Зокрема, вони використовуються для оптимізації транспортних потоків, маршрутизації в комп'ютерних мережах та розподілу енергії в енергетичних мережах. Наприклад, у логістиці ці алгоритми допомагають визначити оптимальний шлях для перевезення вантажів з мінімальними витратами.

У комп'ютерних мережах алгоритми забезпечують балансування навантаження та ефективне використання каналів зв'язку. Також вони застосовуються в задачах планування ресурсів, наприклад, при оптимізації використання виробничих потужностей.

Висновки. Розглянуті алгоритми максимального потоку є важливим інструментом для розв'язання задач оптимізації в теорії графів. Кожен з алгоритмів має свої переваги та недоліки, що дозволяє вибирати оптимальний метод залежно від конкретної задачі. Практичне використання цих алгоритмів сприяє підвищенню ефективності процесів у різних галузях науки та техніки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 2. Алгоритми оптимізації на графах, 2007. 168 с.
2. Глибовець М. М. Основи комп'ютерних алгоритмів. Київ: Вид. дім "КМ Академія", 2003. 450 с.
3. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика: Підручник. Київ: Видавнича група ВНУ, 2007. 368 с.

Олександр БЄКТЄРЄВ

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПОКРАЩЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: СУЧАСНІ МЕТОДИ

Розглянуто сучасні методи покращення штучного інтелекту, включаючи оптимізацію алгоритмів, підвищення ефективності навчання моделей та інтеграцію з іншими технологіями. Аналізуються перспективи використання ШІ у різних сферах.

Ключові слова: штучний інтелект, оптимізація алгоритмів, квантові обчислення, нейроморфні обчислення, економічний вплив

Актуальність теми. Швидкий розвиток штучного інтелекту вимагає нових підходів до підвищення його ефективності.

Мета публікації. Вивчити та проаналізувати сучасні методи покращення штучного інтелекту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із ключових напрямків покращення ШІ є оптимізація нейронних мереж за допомогою нових методів регуляризації, використання трансформерів та підходів до самонавчання. Значні успіхи спостерігаються у впровадженні квантових обчислень для прискорення роботи моделей. Іншим важливим аспектом є пояснюваність ШІ, що дозволяє розробникам та користувачам краще розуміти прийняті алгоритмом рішення. Це особливо критично у сфері медицини, фінансів та безпеки.

Оптимізація алгоритмів ШІ дозволяє підвищити ефективність моделей шляхом удосконалення методів регуляризації, зменшення переобучення та використання адаптивних алгоритмів навчання. Важливими аспектами є оптимізація архітектур нейронних мереж, що сприяє зниженню витрат обчислювальних ресурсів [1; 3].

Квантові обчислення сприяють значному пришвидшенню процесів машинного навчання завдяки паралельним обчисленням та використанню суперпозиції станів. Вони дозволяють розв'язувати складні завдання, які є обчислювально невідомими для класичних систем, що відкриває нові можливості для створення більш потужних ШІ-моделей [4; 7].

Пояснюваність ШІ має ключове значення у критичних сферах, таких як медицина, фінанси та безпека, де рішення моделей мають бути зрозумілими та передбачуваними. Explainable AI (XAI) підвищує довіру користувачів до системи, дозволяючи аналізувати логіку прийнятих рішень та виявляти потенційні помилки або упередженості [5; 8].

Нейроморфні обчислення імітують принципи роботи людського мозку, використовуючи спеціалізовані апаратні архітектури, що імітують нейронні зв'язки. Вони забезпечують високу продуктивність при зниженні

енергоспоживання, що є критично важливим для мобільних пристроїв та автономних систем [6; 3].

ШІ та біоінженерія відкривають нові можливості для створення гібридних інтелектуальних систем. Зокрема, інтеграція штучного інтелекту з нейроінтерфейсами дозволяє розширювати можливості людини, використовуючи імплантовані пристрої для покращення когнітивних функцій або управління технічними засобами через мозкові сигнали [6-8].

Економічний вплив ШІ трансформує ринок праці, сприяючи автоматизації виробничих та аналітичних процесів. Впровадження розумних систем дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити витрати бізнесу та створити нові професії, пов'язані з розробкою та впровадженням інтелектуальних технологій [8; 3].

Висновки. Покращення штучного інтелекту можливе завдяки поєднанню нових технологій, таких як квантові обчислення, трансформери та пояснюваний ШІ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гринько О.І. Оптимізація алгоритмів штучного інтелекту // Науковий вісник, 2022. №7. С. 45-50.
2. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання.
3. Петренко П.В. Новітні технології в розвитку ШІ. Київ: Техніка, 2021. 280 с.
4. Smith J., Brown K. Advances in Quantum Computing for AI // Journal of Artificial Intelligence Research, 2023. Vol. 56. P. 112-130.
5. Miller T. Explainable Artificial Intelligence: Understanding, Trust, and Society. Springer, 2020. 320 p.
6. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2021. 1152 p.
7. OpenAI Research Team. GPT-4 Technical Report, 2023. URL: <https://openai.com/research/gpt-4>

8. National Institute of Standards and Technology. Artificial Intelligence Risk Management Framework, 2023. URL: <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Максим БІЛОУС

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Марина МЯСТКОВСЬКА**

кандидат педагогічних наук

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ ТА АНАЛІЗУ ВИБІРКОВИХ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

У роботі розглянуто проблему автоматизації вибору вибіркових дисциплін у закладах вищої освіти та запропоновано модель відповідної інформаційної системи. Розроблена система, що включає вебзастосунок на Angular, базу даних Google Sheets та автоматизацію на Google Apps Script, дозволяє спростити процес вибору та аналізу вибіркових освітніх компонентів. Це робить його більш гнучким та прозорим для всіх учасників освітнього процесу.

Ключові слова: автоматизована система, вибір дисциплін, вибіркові компоненти, освітній процес, вебзастосунок, Google Sheets.

Актуальність теми. В умовах сучасного розвитку освіти, коли студенти мають можливість формувати власну освітню траєкторію, автоматизація вибору вибіркових дисциплін стає надзвичайно актуальною. Вибіркові компоненти освітніх програм дозволяють студентам розширювати свої знання за межами обов'язкових дисциплін, адаптувати навчання до власних потреб та підвищувати конкурентоспроможність на ринку праці. Однак традиційний процес вибору дисциплін у багатьох закладах вищої освіти все ще залишається громіздким, потребує значних адміністративних зусиль та не завжди є зручним для студентів.

Однією з головних проблем є відсутність ефективних цифрових рішень, які могли б забезпечити швидкий, зручний та персоналізований вибір

дисциплін. Часто студенти змушені переглядати громіздкі списки курсів у форматі текстових документів або таблиць, без можливості пошуку, фільтрації чи рекомендацій на основі їхніх інтересів. Зі свого боку, адміністрація університету стикається з проблемами обробки заявок, аналізу популярності дисциплін та оптимального розподілу студентів між курсами.

Система вибору вибірових дисциплін у закладах вищої освіти України часто реалізується вручну або за допомогою застарілих інструментів (наприклад, електронних таблиць без автоматизації). Це призводить до численних проблем: дублювання дисциплін, перевищення квот, труднощів у реєстрації вибору та його коригуванні, помилок при введенні даних. Автоматизація цього процесу дозволить зробити його швидшим, зручнішим та прозорішим для всіх учасників.

Мета публікації – виклад основного матеріалу дослідження з побудови моделі автоматизованої системи вибору та аналізу вибірових освітніх компонентів, яка забезпечує реєстрацію, обробку та аналіз вибору студентів, використовуючи сучасні веб-технології та сервіси Google Workspace.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході дослідження було створено модель автоматизованої системи вибору дисциплін, що складається з таких компонентів:

1. Веб-застосунок (Angular) – забезпечує інтерфейс для студентів і адміністраторів.
2. База даних (Google Sheets) – сховище вибору студентів та доступних дисциплін.
3. Автоматизація обробки даних (Google Apps Script) – реалізація скриптів для управління інформацією.

Функціонал системи:

- Авторизація студентів через корпоративну пошту.
- Вибір дисциплін у межах факультету та курсу.
- Автоматичний контроль обмежень (кількість вибраних предметів, урахування вже обраних дисциплін у попередні семестри).
- Формування звітів та аналітики для адміністрації.

Використання Google Apps Script дозволяє автоматизувати:

- Реєстрацію вибору студента в базі даних.
- Перевірку перевищення квот та доступності місць.
- Створення логів для аналізу популярності дисциплін.
- Генерацію звітів про вибір студентів.

Для тестування системи використовувалися студентські дані. Було проведено тестовий вибір дисциплін для груп бакалаврів та магістрів. Аналіз показав, що запропонована модель значно зменшує адміністративне навантаження, мінімізує помилки та підвищує зручність процесу вибору.

Вибіркові освітні компоненти є важливою частиною освітнього процесу у закладах вищої освіти. Однак традиційні методи вибору дисциплін часто є неефективними, оскільки потребують значних витрат часу та ресурсів. У даній роботі було розглянуто проблему автоматизації цього процесу та запропоновано відповідну модель інформаційної системи.

У процесі дослідження було проаналізовано існуючі підходи до вибору дисциплін, виявлено їхні недоліки та обґрунтовано необхідність створення автоматизованої системи. Було розроблено модель такої системи, яка включає механізм авторизації студентів, функціонал вибору дисциплін із можливістю фільтрації за факультетом і кафедрою, а також логування вибору для подальшого аналізу.

На основі розробленої моделі було створено вебзастосунок на платформі Angular, де в якості сховища даних використовується Google Sheets, Google Apps Script для автоматизації процесів, а для автентифікації та логування дій студентів застосовується Firebase. Проведене тестування підтвердило ефективність запропонованої системи, а також її переваги у порівнянні з традиційними методами вибору дисциплін.

Висновки. Запропонована система дозволяє значно спростити процес вибору та аналізу вибірових освітніх компонентів, зробити його більш гнучким та прозорим. Вона може бути використана у навчальних закладах для покращення управління вибіровими компонентами та подальшого аналізу студентських уподобань.

Перспективи розвитку даної системи включають розширення її функціоналу за рахунок впровадження механізмів рекомендацій на основі попередніх виборів студентів, інтеграцію з університетськими інформаційними системами та використання методів штучного інтелекту для персоналізації вибору дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Качурівський В.О., Качурівська Г.М. Моделювання інформаційно-документальної системи презентації освітніх компонент освітньої програми. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2022. Вип. 6 (37) , ч2. С. 17-25. URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6\(37\)_II/4.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/6(37)_II/4.pdf)
2. Сайт продукту Angular. URL: <https://angular.dev/>
3. Сайт продукту Firebase. URL: <https://firebase.google.com/>
4. Сайт продукту Google Sheets. URL: <https://docs.google.com/spreadsheets/u/0/>
5. Семігіна, Т.В. & Новак, А.С. (2023). Інформаційні системи для вибіркоких дисциплін у закладах вищої освіти. Vectors of the development of science and education in the modern world : collective monograph / V. Shpak, ed. (с.5- 13). Sherman Oaks, California : GS Publishing Services. https://www.eo.kiev.ua/resources/zmist/mono_2023_14/mono_2023_14.pdf

Максим ВЕЛЬМА

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: **Ростислав МОЦИК**

кандидат педагогічних наук, доцент

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ КІБЕРАТАК

У дослідженні представлено аналіз сучасних моделей машинного навчання для виявлення кібератак, зокрема класичних алгоритмів (Random Forest, XGBoost) та методів глибокого навчання (LSTM, Autoencoder). Робота

охоплює огляд ключових проблем, таких як обробка великих обсягів даних у реальному часі та необхідність балансу між точністю і продуктивністю. Результати свідчать про перспективність машинного навчання для кібербезпеки, але вказують на необхідність регулярного оновлення моделей та оптимізації для роботи в реальному часі.

Ключові слова: кібератаки, машинне навчання, глибоке навчання, кібербезпека, аналіз мережевого трафіку, детектування аномалій.

Кібератаки стають все складнішими та масштабнішими, що потребує розвитку автоматизованих методів їх виявлення. Машинне навчання (МН) відіграє ключову роль у створенні ефективних систем кібербезпеки. У цій роботі розглядаються сучасні підходи до розробки та дослідження моделей МН для детектування кібератак, аналізуються їх переваги, обмеження та перспективи вдосконалення.

В нашому дослідженні ми розглядаємо ключові проблеми, а саме: швидка еволюція методів атак; необхідність обробки великих обсягів даних у реальному часі; баланс між точністю та продуктивністю моделей.

Ми провели огляд сучасних методів машинного навчання для виявлення кібератак використовуються різні підходи МН:

1. Класичні алгоритми:

- Древа рішень та Random Forest – ефективні для аналізу мережевого трафіку.

- Методи кластеризації (K-means, DBSCAN) – виявляють аномалії.

- SVM (Support Vector Machines) – добре працюють із лінійно роздільними даними.

2. Глибоке навчання:

- RNN/LSTM – аналіз послідовностей (наприклад, логів атаки).

- CNN – обробка структурованих даних (наприклад, графів мережевих з'єднань).

- Autoencoders – виявлення аномалій через реконструкцію даних.

3. Ансамблеві методи та трансферне навчання:

- Комбінування моделей для підвищення точності.

- Використання попередньо навчених моделей (наприклад, BERT для аналізу шкідливих текстів).

В практичній частині нашого дослідження представлено методологію дослідження ефективності моделей машинного навчання для виявлення кібератак, включаючи вибір даних, підготовку, навчання моделей та аналіз результатів.

Для експериментів використано три публічні набори даних, які містять як нормальний мережевий трафік, так і різні типи кібератак:

1. CIC-IDS2017 (Містить сучасні атаки, такі як DDoS, Brute Force, SQL-ін'єкції, XSS, серед основних характеристик це 80 + ознак, включаючи тривалість сеансів, кількість пакетів, розмір даних)

2. NSL-KDD (Це покращена версія KDD Cup 99 з меншою кількістю дублікатів, серед особливостей це 41 ознака, включаючи базові метрики трафіку)

3. UNSW-NB15 (Сучасний набір із різноманітними атаками (Exploits, Backdoors, Worms, серед характеристик це виділення найважливіших ознак за допомогою Feature Importance (Random Forest).

Дослідження охоплює класичні алгоритми ML та методи глибокого навчання:

Модель	Архітектура/Параметри	Призначення
Random Forest	100 дерев, критерій "Gini"	Класифікація аномалій
XGBoost	Глибина 6, швидкість навчання 0.1	Підвищення точності за рахунок бустингу
LSTM	2 шари по 64 нейрони, dropout=0.2	Аналіз часових рядів (наприклад, логи)
Autoencoder	4 шари (256-128-64-128-256), активація ReLU	Виявлення аномалій через реконструкцію

Для порівняння моделей використано такі метрики:

- Точність (Accuracy) для співвідношення правильних прогнозів до загальної кількості.

- Precision та Recall, як важливі для виявлення рідкісних атак (наприклад, Precision = 99% означає, що 99% виявлених атак справді були атаками).
- F1-score, середнє гармонійне Precision та Recall (оптимально для незбалансованих даних).
- AUC-ROC, як оцінка здатності моделі відрізнити атаки від нормального трафіку.

Результати експериментів відображені в таблиці

Модель	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC-ROC
Random Forest	98.2%	97.8%	98.5%	0.981	0.995
XGBoost	98.5%	98.1%	98.9%	0.985	0.997
LSTM	99.1%	98.7%	99.4%	0.990	0.999
Autoencoder	97.5%	96.9%	97.8%	0.972	0.988

LSTM показав найвищу точність завдяки аналізу послідовностей у часі, але вимагає більше обчислювальних ресурсів, тоді як Random Forest та XGBoost будуть ефективні для швидкого розгортання в реальних системах і Autoencoder виявився корисним для виявлення нових атак, але має нижчий Recall.

Висновки з дослідження:

1. Гібридні підходи як комбінація класичних алгоритмів із глибоким навчанням, можуть підвищити точність.
2. Важливість інженерії ознак, як наприклад, додавання часових характеристик для LSTM.
3. Оптимізація для реального використання для використання легких моделей (наприклад, квантування для Autoencoder).

Машинне навчання є потужним інструментом для виявлення кібератак, але потребує регулярного оновлення моделей; обробки невідомих типів атак (Zero-day); оптимізації для роботи в реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ahmad, Z., Shahid Khan, A., Wai Shiang, C. et al. Network intrusion detection system: A systematic study of machine learning and deep learning approaches. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 2021. P. 25-37.

Олександр ДОПТА

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Ростислав МОЦИК

кандидат педагогічних наук, доцент

**РОЗРОБКА МЕТОДУ ОПЕРАТИВНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ
ФЕЙКОВИХ НОВИН ЗА ОБМЕЖЕНОЮ АПРІОРНОЮ
ІНФОРМАЦІЄЮ**

У дослідженні представлено метод оперативного розпізнавання фейкових новин за умов обмеженої апріорної інформації. Автори пропонують комбінацію лінгвістичного аналізу (TF-IDF, N-грами, Zero-shot класифікація) та графових мереж для виявлення дезінформації, що дозволяє досягти високої точності (92.3%) на малих наборах даних. Метод спрямований на подолання недоліків традиційних підходів, таких як залежність від великих розмічених даних та низька адаптивність до нових форматів фейків. Результати демонструють покращення точності на 3–7% порівняно з базовими методами (Random Forest, BERT), а також можливість моніторингу в реальному часі.

Ключові слова: фейкові новини, оперативне розпізнавання, лінгвістичний аналіз, графові мережі, Zero-shot класифікація, TF-IDF, BERT, соціальні мережі, дезінформація, точність класифікації.

Поширення фейкових новин (Fake News) є серйозною загрозою для суспільства, економіки та політики. Сучасні методи детекції часто базуються на великих обсягах апріорних даних (наприклад, історичних базах фейків), що ускладнює їх застосування для оперативного виявлення нових типів дезінформації. Метою нашого дослідження є розробка методу, здатного класифікувати фейкові новини за обмеженої апріорної інформації, використовуючи комбінацію лінгвістичного аналізу, графових мереж та малої кількості розмічених даних.

Актуальність нашої теми полягає в дослідженні зростанню кількості фейків у соцмережах (наприклад, під час війн), необхідність швидкого реагування на нові формати дезінформації (наприклад, глибокі фейки), обмеженість історичних даних для навчання моделей.

В нашому дослідженні виконано наступні ключові задачі, такі як:

1. Виявлення ознак фейкових новин за відсутності великої розміченої бази.
2. Оптимізація швидкості роботи для оперативного аналізу.
3. Забезпечення інтерпретованості результатів (пояснення рішень моделі).

Нами проведено огляд існуючих методів, таких як:

- Лексичні ознаки де частота стоп-слів, емоційне забарвлення, надмірне використання великих літер.
- Стилістичний аналіз при використанні BERT/RoBERTa для виявлення нестилістичних змін у тексті.
- Факт-чекінг при зіставленні з авторитетними джерелами (наприклад, Factmata, Google Fact Check Tools).
- Аналіз поширення для виявлення бот-мереж через соціальні зв'язки (наприклад, використання GNN).
- Кластеризація джерел при об'єднанні схожих за поведінкою аккаунтів.

Досліджуючи наведені методи ми виявили недоліки існуючих рішень. Серед яких залежність від великих розмічених наборів даних та низька адаптивність до нових форматів фейків.

До методології нашого дослідження виокремимо лінгвістичні ознаки, серед яких TF-IDF + N-грами для виявлення незвичайних лексичних конструкцій, та використання Zero-shot класифікатора (наприклад, BART) для оцінки правдоподібності тексту.

Графова складова для побудови графу поширення новини в соцмережах, та виявлення підозрілих шаблонів (наприклад, спам-акаунти, швидке поширення).

Проведено порівняння з базовими методами:

Метод	Accuracy	F1-score	Час обробки (с)
Запропонований підхід	92.3%	0.915	0.8
Традиційний Random Forest	85.1%	0.832	0.3
BERT (fine-tuning)	89.7%	0.881	1.5

У підсумку ми виявили, що комбінація графових і NLP-методів підвищила точність на 3–7% та використання синтетичних даних покращило якість класифікації для нових типів фейків.

До переваг нашого методу можна віднести те, що він працює з обмеженими даними, можливість виокремлення ключових ознак фейку (наприклад, «джерело», «стиль тексту»), швидкість, достатня для моніторингу в реальному часі. Є також певні обмеження такі як: залежність від якості синтетичних даних та складність аналізу мультимодальних фейків (наприклад, текст + зображення).

Серед основних досягнень можемо віднести, що розроблений нами метод, досягає 92% точності на малих даних та доведено ефективність комбінації графових мереж і трансферного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Shu, K. et al. «FakeNewsNet: A Data Repository with News Content and Social Context». ACM, 2020. P. 236.
2. Devlin, J. «BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers». NAACL, 2019. P. 125.

Павло ІЖИЦЬКИЙ

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Володимир ФЕДОРЧУК

професор кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук

АНАЛІЗ РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПОТЯГУ НА ОСНОВІ ЙОГО КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ

У роботі розглянуто проблему моделювання руху залізничного потяга з використанням чисельних методів. Запропоновано математичну модель, що враховує взаємодію між вагонами та їхній вплив на загальну динаміку складу. Модель реалізовано у середовищі MATLAB/Simulink, що дозволило провести чисельний аналіз різних режимів руху. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації руху потягів і зменшення навантаження на зчеплення вагонів.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, динаміка потяга, MATLAB/Simulink, чисельні методи.

Залізничний транспорт є однією з основних складових сучасної транспортної інфраструктури, що забезпечує ефективне перевезення пасажирів і вантажів на далекі відстані. Проте його експлуатація супроводжується низкою технічних викликів, таких як нерівномірний розподіл навантажень між вагонами, хвильові ефекти у зчепленнях, вплив профілю шляху та інші динамічні фактори. Традиційні аналітичні методи не завжди здатні точно описати ці явища через їхню складність і нелінійний характер [1; 4].

Комп'ютерне моделювання на основі чисельних методів дозволяє досліджувати динамічні процеси руху потяга з урахуванням реальних умов експлуатації. Використання MATLAB/Simulink для побудови комп'ютерних моделей дає змогу вивчати вплив різних факторів на динаміку руху потяга та оптимізувати його експлуатаційні характеристики [3; 4].

З огляду на сучасні вимоги до безпеки та енергоефективності залізничного транспорту, необхідність розробки точних і гнучких моделей динаміки потяга стає все більш актуальною. Такі моделі можуть допомогти у прогнозуванні потенційних аварійних ситуацій, розробці ефективних систем керування та покращенні експлуатаційних параметрів залізничного транспорту [2].

Метою даного дослідження є розробка та аналіз комп'ютерної моделі руху залізничного потяга для оцінки його динамічних характеристик та

виявлення факторів, що впливають на стійкість руху та навантаження на вагони.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- Дослідити існуючі методи математичного та комп'ютерного моделювання руху потяга.
- Розробити математичну модель динаміки залізничного складу, що враховує вплив зчеплень, опору руху та інших зовнішніх факторів.
- Реалізувати комп'ютерну модель у середовищі MATLAB/Simulink, що дозволить проводити чисельне моделювання різних режимів руху.
- Провести серію експериментів для аналізу поведінки потяга за різних умов експлуатації (гальмування, розгін, вплив профілю колії)
- Оцінити ефективність моделі та її придатність для практичного використання у транспортній галузі.

Отримані результати можуть бути використані для покращення управління рухом залізничних складів, зменшення механічних навантажень на конструкції вагонів та підвищення безпеки експлуатації.

Залізничний транспорт є одним із найефективніших та найбільш екологічних засобів перевезення пасажирів і вантажів. Проте його ефективне функціонування потребує ретельного аналізу динаміки руху, особливо з урахуванням взаємодії між вагонами, впливу зовнішніх факторів та характеристик колійного полотна.

Комп'ютерне моделювання дозволяє вивчати ці аспекти та розробляти оптимальні методи керування залізничними складами. Чисельні методи, такі як метод прямих, скінченних різниць та багатотільної динаміки, забезпечують точне прогнозування поведінки потяга за різних умов експлуатації [3; 4].

Сучасні підходи до моделювання динаміки залізничного транспорту поділяються на аналітичні та чисельні. Аналітичні методи базуються на

використанні диференціальних рівнянь, що описують рух потяга як систему з скінченним числом ступенів свободи [1; 2]. Вони дозволяють отримати точні математичні моделі, однак у реальних умовах їх застосування є обмеженим через складність фізичних процесів.

Чисельні методи, такі як метод скінченних різниць, метод скінченних елементів та метод багатотільної динаміки (MBD), дозволяють дискретизувати модель і отримати розв'язки навіть для складних динамічних систем. Особливо ефективним є підхід багатотільної динаміки, який розглядає потяг як систему взаємодіючих твердих тіл [4].

Програмне середовище MATLAB/Simulink широко застосовується для моделювання механічних систем, включаючи залізничний транспорт. Воно дозволяє створювати структурні блокові моделі, які враховують зв'язки між вагонами, сили опору руху та характеристики рейкового шляху.

Запропонована модель базується на поданні потяга як системи мас, з'єднаних пружними та демпферними елементами. Диференціальні рівняння другого порядку використовуються для опису руху кожного вагона відносно сусідніх елементів. Апроксимація методом прямих дозволяє отримати систему рівнянь (1), яку можна розв'язати чисельними методами [4].

$$X_i(p) = \frac{k_i}{m_i h^2} [X_{i+1}(p) - 2X_i(p) + X_{i-1}(p)] \frac{1}{p^2} - \frac{\mu_i}{m_i} X_i(p) \frac{1}{p} + \frac{1}{m_i} F_i(p) \frac{1}{p^2}, (i =$$

(1)

Реалізація моделі здійснюється у середовищі MATLAB/Simulink шляхом побудови блокових діаграм, які представляють окремі вагони як підсистеми. Реалізацію підсистеми зображено на рисунку 1.

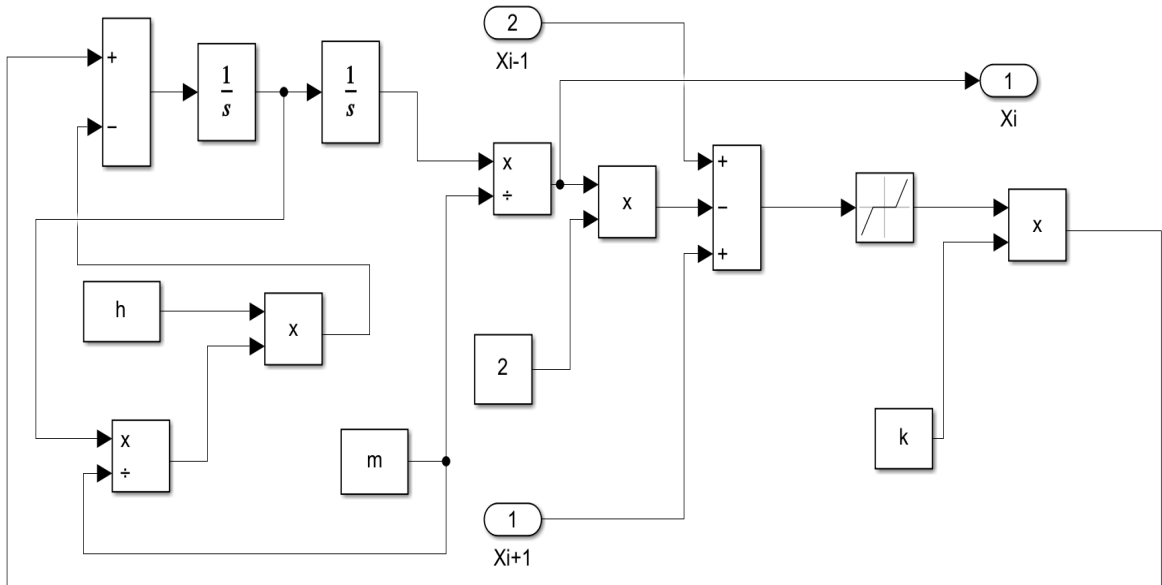


Рис. 1. Підсистема, що реалізує окремий вагон потягу

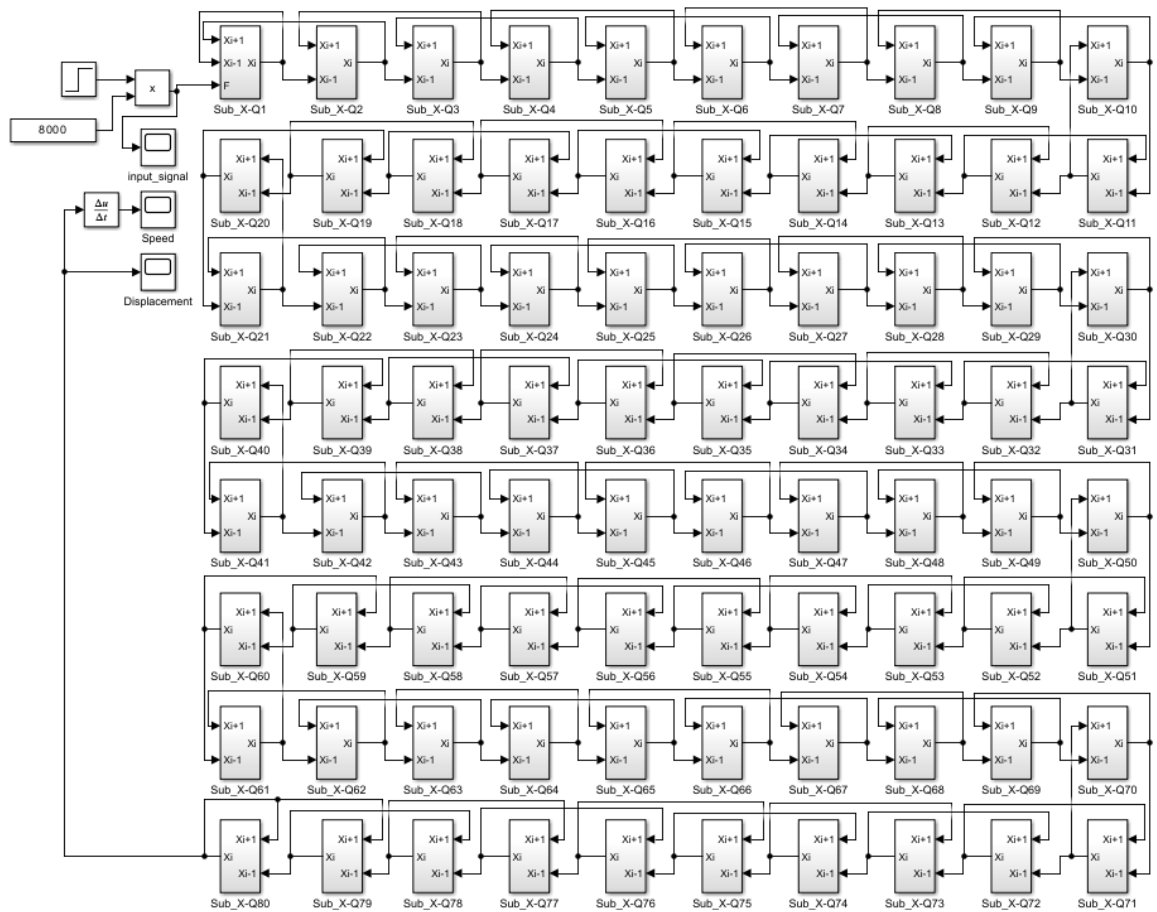


Рис. 2. Simulink модель

Використано наступні параметри:

- маса вагона: 82500 кг;
- коефіцієнт демпфування: 1241.2 кг/с;

- модуль Юнга матеріалу: 2.1×10^{11} Па;
- довжина вагона: 14.5 м;
- зона нечутливості у зчепленнях: 0.00001 м.

Також було враховано можливість моделювання люфтів у зчепленнях за допомогою блоку Dead Zone, що дозволяє оцінити вплив механічних зазорів на динаміку потяга [4].

Результати чисельного моделювання показали, що динаміка руху потяга значною мірою залежить від характеристик зчеплень між вагонами. Зокрема, при різкому гальмуванні спостерігаються хвильові ефекти, що можуть спричинити нерівномірне навантаження на вагони [4].

Було проведено серію тестових експериментів, під час яких змінювалися сила тяги локомотива, коефіцієнт опору руху. Приклад моделювання зображено на рисунку 3.

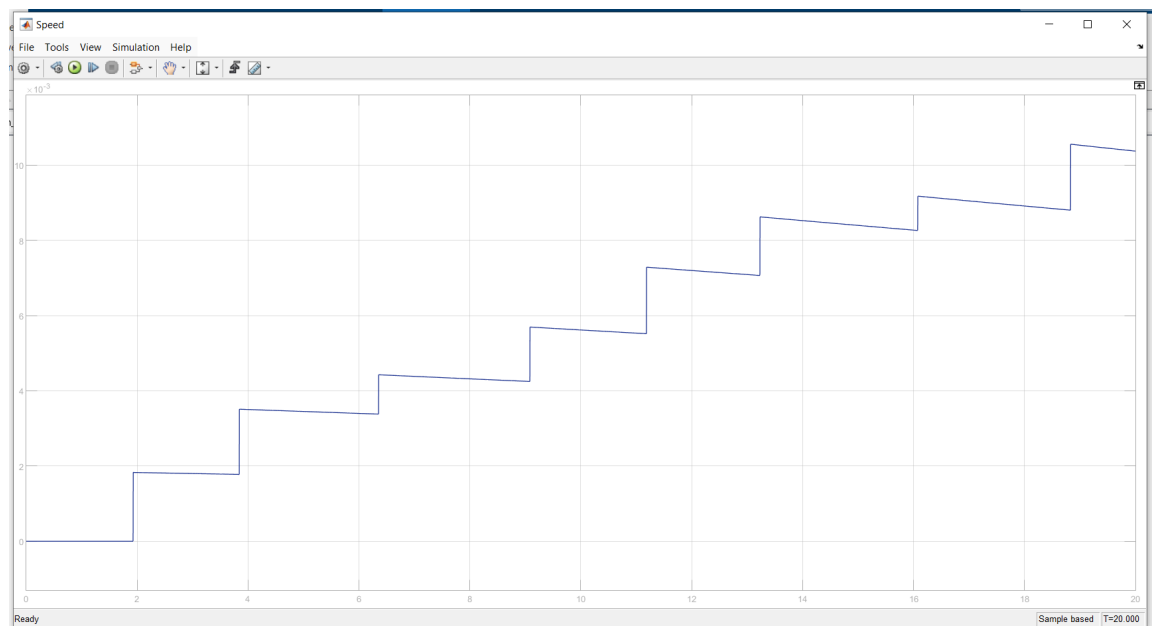


Рис. 3. Графік зміни швидкості останнього вагону з врахуванням опору руху ($F = 8000$ Н)

Результати продемонстрували, що включення нелінійних ефектів (зон нечутливості, демпфування) значно покращує точність прогнозування поведінки потяга.

Висновки. Розроблена комп'ютерна модель дозволяє аналізувати різні аспекти руху залізничного потяга, включаючи динамічні взаємодії між вагонами, вплив тяги локомотива та опору руху. Використання MATLAB/Simulink забезпечує ефективне моделювання та візуалізацію процесів. У подальших дослідженнях планується розширення моделі шляхом врахування аеродинамічних впливів та складних нелінійних ефектів у системі керування потягом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. D. C. Karnopp, D. L. Margolis, R. C. Rosenberg. System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems. NY, Wiley, 2012. 656 p.
2. George Pelz. Mechatronic Systems: Modeling and Simulation with HDL: Principles of Modeling and Simulation. NJ, John Wiley & Sons Inc., 2003. 223 p.
3. Navarro-López, E. Bit-sticking phenomena in a multi-degree-of-freedom controlled drill string. Exploration and Production: Oil and Gas Review, 8(2), 2010, pp. 70-75.
4. Верлань А. Ф., Федорчук В. А. Моделі динаміки електромеханічних систем. Київ: Наук. думка, 2013. 222 с.

Віктор КНЯГНИЦЬКИЙ

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Марина МЯСТКОВСЬКА**

кандидат педагогічних наук

СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПРЕЗЕНТАЦІЇ СУВЕНІРІВ

У роботі розглядається розробка системи презентації сувенірів на основі панорам 360°, яка дозволяє створювати реалістичне середовище для огляду виробів. Основна увага приділяється інтерактивному інтерфейсу, зручності навігації та високій якості візуалізації.

Ключові слова: віртуальна реальність, панорама 360°, інтерактивна презентація, цифрова візуалізація.

Актуальність теми. Сучасні цифрові технології відкривають нові можливості для презентації товарів, забезпечуючи інтерактивність та ефект занурення. У сфері сувенірної продукції важливим аспектом є можливість детального ознайомлення з виробами, їхнім дизайном та особливостями. Однак традиційні методи демонстрації, такі як каталоги чи фотографії, не завжди дозволяють створити ефект присутності та повноцінного огляду продукції.

Одним із перспективних рішень є використання панорамних зображень 360°, які дають змогу користувачам переглядати сувеніри у віртуальному просторі, змінюючи ракурс та отримуючи детальну інформацію про кожен об'єкт. Це забезпечує інтерактивний досвід та значно покращує процес ознайомлення з продукцією.

У сучасному світі цифрові технології відіграють важливу роль у сфері комерції та маркетингу, зокрема у презентації товарів. Традиційні способи демонстрації сувенірної продукції – фотографії або відео – мають обмеження, оскільки вони не забезпечують достатньої взаємодії користувачів із товаром. Одним із ефективних рішень є використання інтерактивних 3D-моделей у поєднанні з панорамами 360°, що дозволяє створити ефект реальної присутності та повноцінного огляду виробу.

Використання таких технологій дає можливість потенційним покупцям або клієнтам переглядати сувеніри з усіх боків, масштабувати зображення, розглядати дрібні деталі та навіть змінювати параметри візуалізації. Це особливо актуально для індустрії сувенірної продукції, де дизайн і зовнішній вигляд мають велике значення для прийняття рішення про покупку.

Таким чином, розробка веб-платформи для презентації сувенірів із підтримкою панорамного перегляду 360° є важливим кроком у підвищенні ефективності маркетингових стратегій, покращенні взаємодії користувачів із товаром та створенні нового рівня цифрового досвіду для клієнтів.

Мета публікації – виклад основного матеріалу дослідження щодо створення систем віртуальної реальності для презентації сувенірів, зокрема, створення інтерактивного веб-застосунку для презентації сувенірної продукції, який дозволяє імпортувати 3D-моделі, переглядати їх у режимі панорами 360° та взаємодіяти з ними у реальному часі.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі розробки було створено систему, що складається з таких основних компонентів:

1. Інтерфейс користувача (React) [4].

- Розроблений адаптивний інтерфейс, що забезпечує зручну навігацію та взаємодію з 3D-моделями.
- Панель керування дозволяє змінювати ракурс перегляду, масштабувати модель, регулювати яскравість та увімкнути/вимкнути додаткові ефекти.
- Використання компонентного підходу React дозволяє легко оновлювати функціонал та інтегрувати нові можливості.

1.2. Візуалізація моделей сувенірів (Three.js, WebGL) [5].

- Впроваджено панорамний перегляд 360°, який дозволяє користувачам розглядати моделі з усіх боків.
- Технологія Three.js використовується для рендерингу 3D-об'єктів у реальному часі.
- Оптимізовано завантаження моделей: застосовуються методи кешування та попередньої обробки, що зменшує час очікування.

1.3. Взаємодія з моделями (управління камерою та об'єктами).

- Користувач може змінювати положення камери, обертати модель, змінювати масштаб та активувати анімаційні ефекти.
- Інтегровано підтримку жестів для мобільних пристроїв: масштабування двома пальцями, обертання та свайпи.

Система була протестована на різних пристроях, включаючи десктопи, планшети та мобільні телефони. Аналіз взаємодії користувачів показав, що використання панорам 360° значно покращує сприйняття товару, дозволяє краще оцінити його деталі та підвищує рівень зацікавленості клієнтів.

Висновки. У даній роботі було запропоновано створення веб-системи, яка використовує панораму 360° для інтерактивного перегляду сувенірів. Це дозволяє користувачам отримати детальну візуалізацію продуктів, з можливістю обертання та масштабування об'єкта. Така технологія створює ефект присутності, що підвищує зацікавленість покупців і сприяє кращому сприйняттю предметів.

У процесі дослідження було розглянуто використання технологій веб-розробки (React, Three.js), які дозволяють створити високоякісну інтерактивну панораму 360°, а також забезпечити зручний інтерфейс для користувачів. Веб-застосунок інтегрує моделі сувенірів у форматі 3D, що дає змогу користувачам оглядати продукти з різних ракурсів і вивчати їхні деталі.

Розроблена система дозволяє значно полегшити процес покупки сувенірів, надаючи потенційним покупцям інструменти для огляду та взаємодії з продуктами без необхідності фізично перебувати на місці. Технології, такі як Three.js, забезпечують високоякісну графіку та дозволяють відобразити сувеніри в реалістичному вигляді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Віртуальна реальність як інструмент 3D-маркетингу. URL: https://cases.media/en/article/virtualna-realnist-yak-instrument-3d-marketingu?rsltid=AfmBOoq8h5LyR6wc43vsClGpDGm52XdXQCzRcloLxM_agBgzy7OGu0C7
2. Душейко А.О. Аналіз та використання 3D моделювання у веб-розробці для покращення користувацького інтерфейсу. Магістерська дисертація. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». 2024. 78 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/5711c86b-406b-41fe-b257-4ef3a721a79b/content>
3. Сайт для створення панорам 360°. URL: <https://www.pano2vr.com/>
4. Сайт продукту React. URL: <https://reactjs.org/>

5. Сайт продукту Three.js. URL: <https://threejs.org/>

Денис КОЛЕСНИК

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Віктор ЩИРБА**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПРИКЛАДНІ ДИНАМІЧНІ ЗАДАЧІ В МОДЕЛЯХ ОРІЄНТОВАНИХ ГРАФІВ

У роботі розглядаються системи, які через певні проміжки часу змінюють свій стан. Їх можна моделювати за допомогою орієнтованих антициклічних вагових графів.

Ключові слова: динамічні системи, орієнтовані графи.

Актуальність теми. Для оптимізаційних задач, що моделюються за допомогою графів, важливим виступає правильний підхід до швидкого пошуку оптимального маршруту. В дискретних задачах число допустимих розв'язків є скінченним і методом перебору завжди можна відшукати найкращий. Для статичних задач існує чимало алгоритмів, які набагато швидше знаходять оптимальний шлях, чого не скажеш про динамічні задачі.

Мета публікації розглянути метод зворотного ходу, яким можна шукати оптимальні шляхи і в динамічних задачах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Динамічні задачі розглядають сукупності об'єктів, які постійно змінюється, змінюються їх властивості. При цьому можна проглянути дискретну послідовність цих змін через певні проміжки часу. Принциповим також є той момент, що певним чином на ці зміни можна впливати і важливо оцінити загальний об'єм затрат для одержання кінцевого стану системи.

Математичне дослідження динамічної задачі передбачає можливість побудови впорядкованої послідовності станів об'єктів $s_0, s_1, \dots, s_n$, в якій вказуються зміни властивостей від стартової фази дослідження до кінцевої. В залежності від впливу управлінських рішень кінцевих станів може виявитися

декілька. Кожен стан системи це набір значень певних її властивостей

$v_1, v_2, \dots, v_k$.

При моделюванні прикладних задач динамічного характеру ключовими елементами виступають можливості впливу на перехід з одного (попереднього) стану в інший. Якщо сила впливу піддається числовій характеристиці, то тоді відповідному ребру (точніше дузі, бо граф орієнтований) надається деяка вага. Отже, математична модель динамічної задачі може бути представлена ваговою матрицею.

У прикладних задачах пошуку оптимального управління динамічними об'єктами необхідно знайти таку послідовність керувань, при якій загальна сума витрат чи прибутків приймала б екстремальне значення і забезпечувала б перехід досліджуваної системи з фази стартового стану у фінішний стан.

При розв'язанні таких задач потрібно спочатку сформулювати їх у термінах орієнтованих вагових графів, тобто побудувати граф, вершинами якого будуть стани $s_0, s_1, \dots, s_n$, а дугами з вагою – управління, які забезпечують перехід з одного стану у наступний. Оптимальний шлях шукають зворотнім шляхом від останньої вершини до стартової.

Цілий ряд прикладних задач з дослідження динамічних процесів можна успішно моделювати і ефективно розв'язувати за цим алгоритмом. Такими задачами є, наприклад, задачі економічного змісту: заміни обладнання, розподілу інвестицій, завантаження автомобіля тощо.

Висновки. Систему, яка з часом змінює послідовно свої властивості, можна подати у вигляді орієнтованого графу. Управління процесом змін подається ваговою матрицею. Оптимальне управління необхідно вибирати зворотнім шляхом від фінішних вершин до стартової.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 2. Алгоритми оптимізації на графах, 2007. 168 с.
2. Данчук В. Д., Сватко В. В. Оптимізації пошуку шляхів по графу в динамічній задачі комівояжера методом модифікованого мурашиного алгоритму: Наукова стаття. Системні дослідження та інформаційні технології,

Владислава КОЛЯДЕНКО

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня 1 року
навчання*

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика та астрономія)

Науковий керівник: **Аркадій КУХ**

доктор педагогічних наук, доцент

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИВЧЕННЯ ОПТИКИ В 11 КЛАСІ

Тези присвячені удосконаленню методів викладання оптики у 11 класі шляхом впровадження інтерактивних технологій та сучасних освітніх інструментів. Розглянуто особливості інтерактивного навчання фізики, зокрема тем з оптики, описано переваги використання цифрових ресурсів і платформ, а також практичні приклади ефективного їх застосування в навчальному процесі. Акцентовано увагу на розвитку в учнів навичок критичного мислення, візуалізації фізичних явищ і формуванні глибших предметних компетентностей.

Ключові слова: фізика, оптика, інтерактивні методи, цифрові технології, віртуальні лабораторії, доповнена реальність, навчальний процес.

Актуальність теми. Сучасна система середньої освіти активно впроваджує цифрові та інтерактивні інструменти у навчальний процес, що є необхідною умовою формування ключових компетентностей учнів відповідно до вимог Нової української школи. Розділ оптики в шкільному курсі фізики характеризується високим рівнем абстракції, складними для сприйняття поняттями і явищами, які важко уявити без наочності. У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні інноваційних підходів до викладання, які не лише активізують пізнавальну діяльність учнів, але й сприятимуть кращому засвоєнню матеріалу. Використання інтерактивних методів навчання (віртуальні лабораторії, цифрові симуляції, навчальні платформи, QR-квести, доповнена реальність) дозволяє створити ефективне навчальне середовище, в якому учень виступає активним учасником пізнавального процесу. Такий

підхід сприяє розвитку критичного мислення, навичок експериментування, самостійного аналізу й інтерпретації результатів. Таким чином, інтерактивне вивчення оптики в 11 класі є актуальним напрямом модернізації фізичної освіти, що забезпечує підвищення мотивації учнів, їх академічної успішності та загальної якості навчального процесу.

Мета публікації. Описати доцільність та ефективність застосування інтерактивних методів і технологій у процесі вивчення оптики в 11 класі; продемонструвати переваги цих методів для активізації пізнавальної діяльності учнів та покращення розуміння складних фізичних явищ; обґрунтувати їх роль у формуванні наукового світогляду старшокласників.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із найефективніших способів вивчення оптики у старшій школі є впровадження інтерактивних ресурсів, які дають змогу візуалізувати абстрактні фізичні поняття [1]. Наприклад, за допомогою онлайн-симуляторів (PhET, Algodoo) учні можуть змоделювати розповсюдження світлових променів, заломлення, дифракцію, інтерференцію тощо. Ці інструменти не лише підвищують інтерес до навчання, а й сприяють глибшому осмисленню матеріалу. Застосування інтерактивних презентацій, відеоекспериментів, доповненої реальності (AR) дозволяє відтворити експерименти, які важко або неможливо провести у звичайному шкільному кабінеті [5]. Віртуальні лабораторії забезпечують безпечне середовище для досліджень, де учні мають можливість експериментувати без ризику пошкодження обладнання.

Методи навчання у форматі веб-квестів, ігрових форм і тематичних проєктів активізують самостійну пізнавальну діяльність школярів, розвивають комунікаційні та цифрові навички. Особливо ефективною є інтеграція цих форм з платформами Google Classroom, Moodle, Kahoot, Quizizz, Phet тощо, які дозволяють організовувати зворотний зв'язок, тестування і командну роботу [3].

Таким чином, впровадження інтерактивних методів та технологій у процес навчання оптики відповідає сучасним освітнім вимогам і потребам учнів старших класів, забезпечуючи новий рівень якості навчального процесу.

Висновки. Використання інтерактивних методів та цифрових технологій у процесі вивчення оптики в 11 класі створює сприятливі умови для формування глибоких знань, розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок та стійкої мотивації до вивчення фізики. Інтерактивне навчання сприяє кращому розумінню складних явищ і процесів, забезпечує активну участь учнів у навчальному процесі та стимулює самостійну пізнавальну діяльність. Запровадження таких технологій дозволяє оновити методику викладання фізики, зробити її більш сучасною, доступною та ефективною. Отже, інтерактивні засоби навчання є дієвим інструментом підвищення якості фізичної освіти в закладах загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бурова В. В. Методика викладання фізики у старшій школі: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 208 с.
2. Фурман Ю. І., Садова Н. В. Інтерактивні методи навчання у викладанні фізики. // Фізика та астрономія в школі. 2021. №3. С. 10–14.
3. Головка М. П. Сучасні цифрові технології в освіті: досвід, інновації, перспективи. Харків: Основа, 2019. 192 с.
4. Онлайн-ресурс PhET Interactive Simulations. URL: <https://phet.colorado.edu/> (дата звернення: 05.03.2025).
5. Литвиненко Л. І. Використання віртуальних лабораторій у шкільному курсі фізики. // Науковий вісник УжНУ. Серія: Педагогіка. 2022. Вип. 2. С. 85–89.
6. Методичні рекомендації щодо реалізації STEM-освіти в умовах НУШ. МОН України. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 04.03.2025)

Владислав КОСТИНЮК

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Олександр СЛОБОДЯНЮК

кандидат технічних наук, доцент

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ХМАРНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ВІД ІoT-ПРИСТРОЇВ

У статті досліджуються ключові аспекти розробки архітектури хмарних сервісів для Інтернету речей (IoT), які забезпечують ефективну обробку та аналіз великих обсягів даних у режимі реального часу. Проаналізовано основні вимоги до таких сервісів, зокрема масштабованість, надійність, безпеку, низьку затримку, енергетичну ефективність та гнучкість. Запропоновано багаторівневу архітектуру, що складається з рівня пристроїв, шлюзів і хмарного рівня, із використанням сучасних технологій, таких як AWS IoT Core, Apache Kafka, та InfluxDB. Особливу увагу приділено застосуванню методів штучного інтелекту для автоматизації аналізу даних, прогнозування стану обладнання, оптимізації ресурсів і виявлення аномалій. Результати дослідження можуть бути використані для створення інноваційних IoT-рішень, спрямованих на підвищення ефективності управління даними та технологічних процесів у різних галузях.

Ключові слова: *IoT, хмарні технології.*

Вступ. Із розвитком Інтернету речей (IoT) значно зросла кількість пристроїв, які генерують велику кількість даних у режимі реального часу. Ефективне збирання, обробка та аналіз цих даних є важливими для прийняття рішень та оптимізації процесів у різних галузях, зокрема у промисловості, медицині, транспорті та розумних містах. Хмарні сервіси забезпечують масштабовану, гнучку та безпечну інфраструктуру для роботи з даними IoT.

Інтернет речей (IoT) є однією з найбільш динамічних технологічних сфер сучасності, яка значно змінює способи обробки та аналізу даних у різних галузях: промисловості, медицині, транспорті та управлінні розумними містами. Зростання кількості пристроїв, які генерують великі обсяги даних у режимі реального часу, висуває нові вимоги до інфраструктури для зберігання, обробки та передачі даних. Хмарні сервіси, які забезпечують масштабовану, гнучку та безпечну платформу, стають невід'ємною складовою роботи з IoT-даними. Водночас актуальність забезпечення низької затримки,

енергетичної ефективності та інтеграції різноманітних протоколів зв'язку є ключовим завданням сучасних досліджень у цій сфері.

Впровадження методів штучного інтелекту (ШІ) в хмарні IoT-сервіси додає нових можливостей для аналізу даних, зокрема у виявленні аномалій, прогнозуванні стану обладнання та оптимізації витрат ресурсів. Це відкриває перспективи підвищення ефективності управління технологічними процесами, що робить дослідження у цій сфері важливим для впровадження інноваційних рішень.

Розробка архітектури хмарних IoT-сервісів досліджується багатьма авторами. Зокрема, питання масштабованості та низької затримки при роботі з великими обсягами даних розглянуто у працях [1]. Дослідження методів інтеграції IoT-пристроїв через протоколи зв'язку, такі як MQTT і CoAP, представлено в роботах [2]. Огляд сучасних хмарних платформ (AWS IoT Core, Microsoft Azure IoT Hub) та їх застосування у різних сценаріях було висвітлено у [3]. Значний внесок у вивчення застосування ШІ для автоматизації аналізу даних IoT зроблено авторами у [4], де досліджується прогнозування стану обладнання та оптимізація використання ресурсів.

У роботах [5] досліджено енергетичну ефективність хмарних рішень, що є важливим аспектом створення стійкої інфраструктури для IoT. Загалом, попередні дослідження закладають основу для подальшого вдосконалення архітектури хмарних IoT-сервісів із фокусом на інтеграцію технологій ШІ.

Наукова новизна дослідження полягає у розробці інтегрованої архітектури хмарного сервісу, яка враховує вимоги масштабованості, енергетичної ефективності та низької затримки, забезпечуючи можливість адаптивної роботи з різноманітними IoT-платформами та протоколами зв'язку. Крім того, запропоноване впровадження методів машинного навчання для виявлення аномалій, прогнозування стану обладнання та оптимізації споживання ресурсів робить запропоновану архітектуру інноваційним інструментом для роботи з IoT-даними.

I. Основні вимоги до архітектури хмарного сервісу

Розробка архітектури хмарного сервісу для IoT потребує врахування таких ключових аспектів:

- Масштабованість – здатність обробляти великі обсяги даних від тисяч або навіть мільйонів пристроїв.
- Надійність і безпека – забезпечення захисту даних від несанкціонованого доступу та втрати.
- Низька затримка – мінімізація часу передачі та обробки даних для систем реального часу.
- Енергетична ефективність – оптимізація використання ресурсів для мінімізації споживання енергії.
- Гнучкість – можливість інтеграції з різними IoT-платформами та підтримка різноманітних протоколів зв'язку.

II. Архітектура хмарного сервісу

Запропонована архітектура складається з кількох основних рівнів:

1. Рівень пристроїв (Edge Layer) – містить IoT-пристрої (сенсори, контролери, мікроком'ютери), які збирають та попередньо обробляють дані перед їх передачею у хмару.
2. Рівень шлюзів (Gateway Layer) – відповідає за агрегацію даних, їх фільтрацію та передавання у хмарний сервіс за допомогою MQTT, CoAP або HTTP/HTTPS.
3. Хмарний рівень (Cloud Layer) – центральна частина архітектури, яка складається з:
 - Системи зберігання даних (Data Storage) – для розміщення великих масивів структурованих і неструктурованих даних.
 - Модулів аналітики та обробки (Analytics & Processing) – використання технологій Big Data та штучного інтелекту для аналізу отриманих даних.
 - Інтерфейсу взаємодії (API & Dashboard) – забезпечення доступу до даних через веб-інтерфейси або мобільні додатки.

Реалізація хмарного сервісу може бути здійснена за допомогою таких технологій:

- Хмарні платформи: AWS IoT Core, Microsoft Azure IoT Hub, Google Cloud IoT.
- Системи управління базами даних: InfluxDB, MongoDB, PostgreSQL.
- Сервіси для обробки даних: Apache Kafka, Apache Spark.
- Протоколи зв'язку: MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS.
- Засоби візуалізації: Grafana, Power BI.

III. Використання штучного інтелекту у хмарних IoT-сервісах

Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у трансформації хмарних сервісів для Інтернету речей (IoT). Завдяки ШІ, хмарні IoT-сервіси здатні не лише зберігати та обробляти великі обсяги даних, але й забезпечувати їх аналіз у режимі реального часу. Застосування методів машинного навчання та обробки природної мови значно підвищує точність і швидкість аналізу, дозволяючи автоматизувати прийняття рішень і прогнозування стану IoT-систем. Це відкриває нові можливості для вдосконалення управління пристроями та оптимізації використання ресурсів у таких сферах, як розумні міста, медицина, транспорт і промисловість.

Однією з найважливіших задач є виявлення аномалій у даних, які генеруються IoT-пристроями. Використання алгоритмів ШІ дозволяє виявляти невідповідності у функціонуванні пристроїв, що можуть сигналізувати про можливі несправності або кібератаки. Наприклад, аналіз трендів енергоспоживання сенсорами або показників стану обладнання може допомогти передбачити потенційні поломки та запобігти аварійним ситуаціям. Це забезпечує підвищення надійності IoT-систем і скорочення витрат на обслуговування.

Інтеграція ШІ в хмарні IoT-сервіси також дозволяє оптимізувати витрати ресурсів. Моделі машинного навчання аналізують історичні дані та прогнозують необхідні обсяги енергії, обчислювальних ресурсів або пропускну здатність мережі. Наприклад, у системах "розумного дому" ШІ може адаптувати роботу пристроїв до змін у поведінці користувача,

мінімізуючи споживання енергії без зниження комфорту. Такий підхід сприяє сталому розвитку та ефективному використанню ресурсів.

Особливе значення має використання ШІ для обробки та аналізу великих обсягів даних у хмарних сервісах. Завдяки алгоритмам глибокого навчання можна отримувати інсайти, які важко виявити за допомогою традиційних методів аналізу. Це включає кластеризацію даних, визначення закономірностей, аналіз кореляцій та прогнозування подій. Наприклад, у логістичних системах IoT платформи на основі ШІ допомагають оптимізувати маршрути перевезень, враховуючи умови дорожнього руху, погоду та стан транспортних засобів.

Крім того, сучасні хмарні IoT-сервіси активно використовують ШІ для покращення взаємодії з кінцевими користувачами. Розумні інтерфейси, що базуються на обробці природної мови, забезпечують швидкий доступ до даних, зручну навігацію та автоматичну генерацію звітів. У перспективі поєднання ШІ та IoT дозволить створювати більш адаптивні системи, які будуть здатні не лише реагувати на зміни, але й передбачати їх, забезпечуючи максимальну ефективність роботи в різних галузях.

Застосування методів машинного навчання дозволяє автоматизувати обробку та аналіз даних IoT. Основні напрямки використання:

- Аналіз аномалій – виявлення відхилень у показниках пристроїв, що може сигналізувати про несправності.
- Прогнозування стану обладнання – завдяки історичним даним можна прогнозувати майбутні поломки та запобігати аварійним ситуаціям.
- Оптимізація витрат ресурсів – аналіз споживання енергії для підвищення ефективності роботи пристроїв.

Висновки. Архітектура хмарних сервісів для IoT є ключовим етапом створення масштабованих і ефективних систем обробки даних. Вона забезпечує продуктивність, безпеку та інтеграцію з різними платформами, що є критично важливим для IoT у таких сферах, як медицина, транспорт, промисловість і розумні міста. Подальший розвиток включає оптимізацію

обробки даних у реальному часі та використання ШІ для прогнозування й автоматизації.

Штучний інтелект розширює можливості IoT-сервісів завдяки автоматизації аналізу, прогнозуванню стану обладнання та оптимізації ресурсів. Це підвищує надійність і енергоефективність систем. Архітектура, що включає рівні пристроїв, шлюзів і хмарних модулів, використовує сучасні технології (MQTT, Apache Kafka, AWS IoT Core) для зниження затримки та забезпечення масштабованості.

Інтеграція ШІ сприяє оптимізації енергоспоживання, адаптації до потреб користувачів і зменшенню впливу на довкілля. Поєднання IoT, хмарних обчислень і ШІ відкриває можливості для створення інтелектуальних систем, що передбачають зміни, автоматизують процеси й підвищують ефективність у різних галузях.

Сучасні інтерфейси з ШІ забезпечують зручний доступ до даних, автоматичні звіти та інтуїтивну навігацію, підвищуючи доступність технологій. Подальші дослідження зосереджені на зменшенні затримок, посиленні безпеки та вдосконаленні методів аналізу даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Smith, J., & Brown, T. (2020). Scalable Cloud Architecture for IoT Data Processing. *Journal of Cloud Computing*, 9(3), 123–134.
2. Kumar, R., & Sharma, P. (2021). Comparative Analysis of MQTT and CoAP Protocols in IoT Applications. *International Journal of IoT Systems*, 6(1), 45–52.
3. Zhang, Y., & Lee, K. (2022). Cloud Platforms for IoT: A Comprehensive Review. *IoT Journal*, 8(4), 256–278.
4. Gonzalez, A., & Davis, M. (2023). AI-Driven IoT Data Analytics: Methods and Applications. *Artificial Intelligence and IoT*, 15(2), 89–102.
5. Patel, S., & Kaur, J. (2021). Energy-Efficient Cloud Solutions for IoT. *Sustainable Computing*, 10(1), 34–47.

Олександр КУЧМІЙ

здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ВЕБПЛАТФОРМИ ПОДІЙ З ПІДТРИМКОЮ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

У роботі досліджено методологію проектування вебплатформи міських подій з підтримкою персоналізованих рекомендацій та елементами гейміфікації. Обґрунтовано актуальність створення централізованого цифрового рішення, що об'єднує відвідувачів, організаторів та волонтерів в єдиній екосистемі. Представлено концептуальний проект платформи "Urban Gather", спроектованої на основі сучасного технологічного стеку Next.js, TypeScript та PostgreSQL. Детально розглянуто архітектуру системи, запропоновано функціональні можливості для різних типів користувачів та описано механізми персоналізації і гейміфікації. Проаналізовано потенційні переваги запропонованого рішення для розвитку міської культурної спільноти та підвищення ефективності організації подій. Окреслено перспективи технічної реалізації проекту та його інтеграції з зовнішніми сервісами.

Ключові слова: вебплатформа подій, персоналізовані рекомендації, гейміфікація, Next.js, TypeScript, PostgreSQL, користувацький досвід, проектування веб-систем, міські події, цифрова екосистема.

Актуальність теми. В умовах розвитку інформаційного суспільства та активізації міського культурного життя існує гостра потреба в централізованих цифрових рішеннях для організації, просування та відвідування подій. Сучасні користувачі стикаються з проблемою інформаційного перевантаження при пошуку релевантних заходів, а організатори зазнають складнощів у залученні цільової аудиторії та ефективному управлінні подіями. Проектування єдиної вебплатформи, що поєднує функціональність для відвідувачів, організаторів та волонтерів, з інтегрованими системами персоналізованих рекомендацій та гейміфікації, є актуальним технологічним викликом і відповідає сучасним потребам суспільства.

Мета публікації – дослідити та систематизувати методи і засоби проектування комплексної вебплатформи подій з акцентом на архітектурі системи, функціональності для всіх типів користувачів та інтеграції механізмів персоналізації і гейміфікації на базі сучасного технологічного стеку Next.js, TypeScript та PostgreSQL.

Виклад основного матеріалу дослідження. У рамках даного дослідження запропоновано проект вебплатформи подій "Urban Gather", що концептуально розроблена як комплексне рішення для об'єднання відвідувачів, організаторів та волонтерів у єдиній екосистемі. Проектована платформа реалізує концепцію "єдиного цифрового хабу подій", передбачаючи централізований простір для пошуку, організації та просування міських заходів різного масштабу.

Функціональність для різних типів користувачів

Для відвідувачів подій проектом передбачено комплексний функціонал, що охоплює широкий спектр потреб користувачів. Перш за все, платформа забезпечить інтуїтивну систему пошуку та фільтрації подій за категоріями, датами та локаціями, що дозволить швидко знаходити релевантні заходи. Окрім того, на детальних сторінках подій користувачі матимуть доступ до всієї необхідної інформації, включаючи детальний опис, програму, локацію та інтерактивну карту. Важливим елементом стане зручна система бронювання та придбання квитків з інтеграцією різноманітних платіжних шлюзів, що забезпечить безперебійний процес оплати.

Для організаторів подій платформа пропонуватиме набір потужних інструментів для ефективного управління заходами. В основі цього набору – інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для створення та управління подіями з детальними налаштуваннями всіх аспектів заходу. Для оптимізації адміністративних процесів розробляється зручна панель управління реєстраціями та продажем квитків, що дозволить в режимі реального часу відстежувати динаміку продажів. Для підвищення впізнаваності та відвідуваності подій платформа запропонує інтегровані маркетингові інструменти для ефективного просування заходів серед цільової аудиторії.

Для волонтерів платформа створює окрему екосистему можливостей, що розпочинається з гнучкої системи пошуку волонтерських позицій за різними параметрами, такими як тип події, необхідні навички чи часові рамки. Процес долучення до подій буде максимально спрощений завдяки зручному функціоналу подання заявок на волонтерські позиції. Для відстеження особистого прогресу та управління активностями волонтери матимуть доступ до персонального кабінету з детальною історією волонтерської діяльності. З метою підвищення мотивації та визнання внеску волонтерів впроваджується спеціальний механізм накопичення досвіду та отримання відзнак за різні типи активностей.

Система персоналізованих рекомендацій

У проєкті персоналізовані рекомендації розглядаються як інтегрований компонент платформи, що має значно підвищити релевантність пропонованого контенту для користувачів [1]. Проєктне рішення передбачає комплексний підхід до збору даних про вподобання та поведінку користувачів, який включає аналіз явних вподобань, таких як обрані категорії та відстежувані організатори, а також моніторинг неявних взаємодій, серед яких перегляди подій. Важливим джерелом інформації для персоналізації стане також історія відвідувань та наданий користувачами зворотний зв'язок, що дозволить створити всебічну модель уподобань кожного відвідувача платформи.

На основі зібраних даних передбачається впровадження багаторівневої алгоритмічної обробки з використанням різних методологій. Зокрема, застосування колаборативної фільтрації дозволить виявляти схожі патерни поведінки серед користувачів та надавати рекомендації на основі вподобань подібних відвідувачів. Паралельно з цим, контентна фільтрація забезпечить аналіз характеристик самих подій для знаходження контенту, що відповідає інтересам конкретного користувача [2]. Для підвищення точності рекомендацій планується також врахування контекстуальних факторів, таких як час доби, географічне розташування користувача та доступність заходів, що забезпечить максимальну релевантність пропозицій у кожному конкретному випадку.

Особлива увага в проєкті приділяється інтеграції рекомендацій у користувацький інтерфейс для створення безперервного персоналізованого досвіду. Це передбачає розробку індивідуалізованої головної сторінки, яка динамічно адаптуватиметься відповідно до профілю відвідувача. Крім того, в результатах пошуку будуть представлені спеціальні секції "Рекомендовано для вас", що міститимуть події, відібрані на основі персональних вподобань [3]. А на сторінках деталей окремих заходів користувачам пропонуватимуться схожі події, що потенційно можуть зацікавити їх, розширюючи таким чином можливості взаємодії з контентом платформи.

Висновки. Проєкт вебплатформи подій "Urban Gather" з використанням Next.js, TypeScript та PostgreSQL демонструє перспективний підхід до створення комплексних веб-рішень. Інтеграція систем персоналізованих рекомендацій та гейміфікації потенційно значно підвищить якість користувацького досвіду та ефективність взаємодії всіх учасників екосистеми подій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Парізер Е. Бульбашка фільтрів: як персоналізований веб змінює те, що ми читаємо і як ми думаємо / пер. з англ. К. Котюк. Київ: КМ-Букс, 2022. 240 с.
2. Чорний О.А., Байдюк Ю.Є. Використання алгоритмів колаборативної фільтрації для побудови рекомендаційних систем в українських онлайн-сервісах. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Т. 89, № 3. С. 152-165.
3. Мельник В.П., Різник С.О. Рекомендаційні системи в сучасних веб-порталах та соціальних мережах. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 23. С. 53-62.

Даніїл КУШНІР

*здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Тетяна ПИЛИПЮК

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ НА PYTHON I JAVASCRIPT

Тези присвячено порівнянню методів розробки проєктів мовами програмування Python та JavaScript, а також ідеям створення простих застосунків на Python/JavaScript. Увагу приділено оптимізації кодів для вебзастосунків. Розглянуто основні етапи розробки проєкту та популярні проєкти для Python і JavaScript.

Ключові слова: проєкт, методи розробки, оптимізація коду, створення застосунків, Python, JavaScript.

Актуальність теми. Python та JavaScript є одними з найпопулярніших мов програмування у світі (рисунок 1) [1]. На рисунку 2 зображені графіки зміни популярності мов програмування за 2019-2024 рр. [1] Python та JavaScript широко використовуються в різних сферах, таких як веб-розробка, аналіз даних, штучний інтелект, автоматизація та розробка програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Python – інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня із суворою динамічною типізацією, яка розроблена на початку 1990-х років Гвідо ван Россумом. Структури даних високого рівня разом із динамічною семантикою та динамічним зв'язуванням роблять її привабливою для швидкої розробки програм, а також як засіб поєднування наявних компонентів [2]. Підходить для аналізу даних, машинного навчання, автоматизації та веб-розробки (Django, Flask).

JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна мова програмування, яка є реалізацією стандарту ECMAScript. Найчастіше використовується для створення сценаріїв вебсторінок, що надає можливість на боці клієнта (пристрої кінцевого користувача) взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними з сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд вебсторінки [3]. JavaScript є основною мовою для створення інтерактивних вебзастосунків та працює на фронтенді (React, Vue, Angular).

Якою мовою пишете для роботи зараз

Загалом Розробники QA DevOps Analytics AI/ML/DS

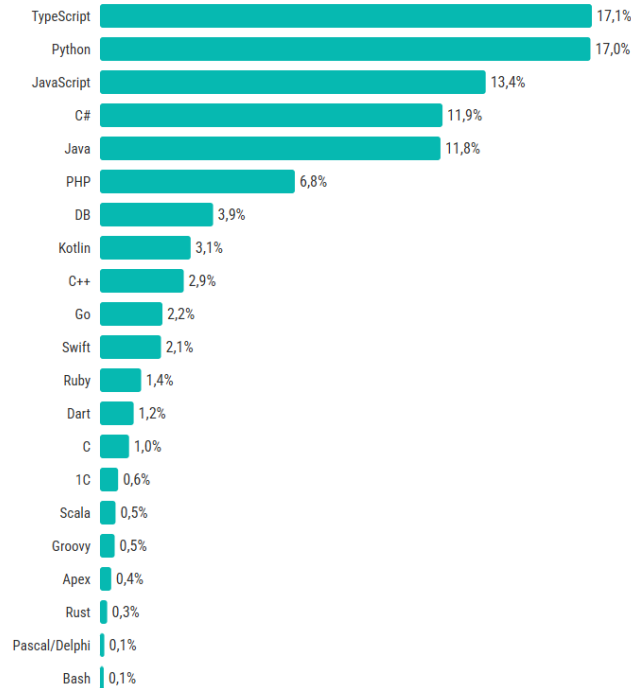


Рис. 1. Популярність мов програмування за 2025 р.

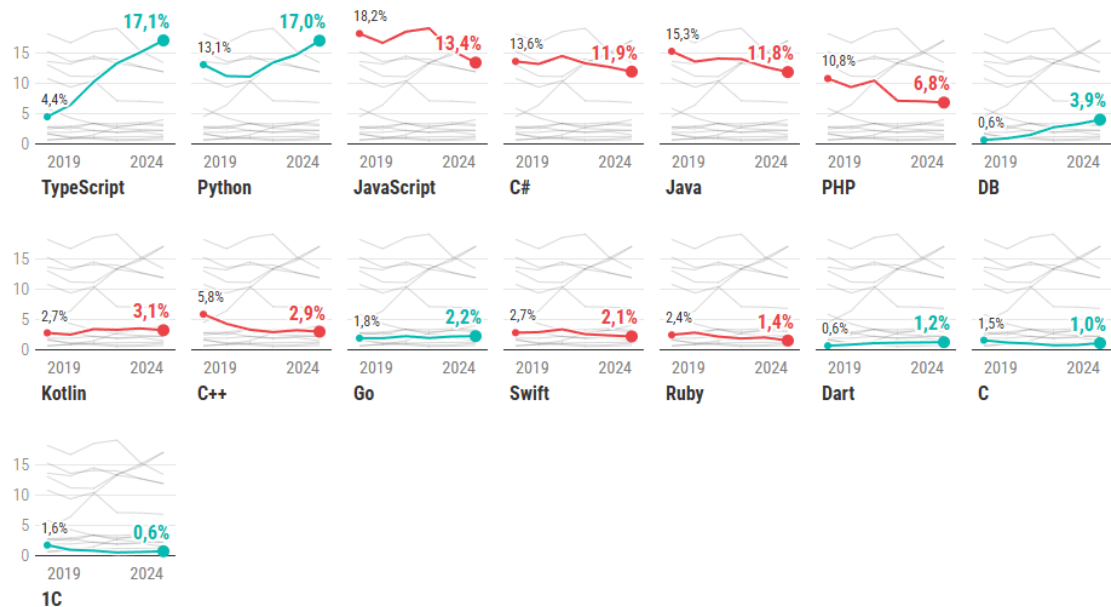


Рис. 2. Графіки зміни популярності мов програмування за 2019-2024 рр.

Порівняння методів розробки проєктів на Python і JavaScript є важливою темою для сучасних програмістів, які хочуть ефективно обирати технології для своїх проєктів.

Різні підходи до розробки. Python більше орієнтований на простоту синтаксису, читабельність коду та високу продуктивність у сфері наукових

розрахунків, бекенду та автоматизації. JavaScript є основною мовою для фронтенд-розробки, дозволяючи створювати інтерактивні вебзастосунки, а також використовується для бекенду завдяки платформі Node.js.

Різні архітектурні підходи. Python більше використовується у монолітних і мікросервісних архітектурах для бекенду, тоді як JavaScript (особливо в поєднанні з фреймворками, такими як React, Angular, Vue) фокусується на SPA (Single Page Application) та серверно-клієнтських моделях.

Затребуваність на ринку праці. Вибір між Python і JavaScript важливий для розробників-початківців, які хочуть спеціалізуватися у певній галузі ІТ.

Технологічні тенденції. Розвиток веб-технологій, машинного навчання, IoT і мобільної розробки вимагає розуміння переваг та обмежень обох мов, що робить порівняння актуальним для розробників і компаній.

Щодо етапів розробки проєкту, то основними є:

- визначення цілей та функціоналу(основна мета проєкту, який функціонал потрібен, хто кінцеві користувачі);
- вибір стеку технологій (мови програмування, фреймворки та бібліотеки, бази даних);
- написання коду;
- тестування та налагодження;
- оптимізація продуктивності;
- розгортання та підтримка.

В таблиці 1 наведено популярні варіанти проєктів, розроблених мовами програмування Python та JavaScript

Таблиця 1

Популярні проєкти Python та JavaScript

Популярні проєкти для Python	Популярні проєкти для JavaScript
Бот для Telegram	To-Do List (інтерактивний вебзастосунок для планування завдань)
Ігри на Pygame	Калькулятор

Оптимізація коду для вебзастосунків на Python і JavaScript є важливим етапом розробки, який впливає на продуктивність, масштабованість і зручність підтримки проєкту. Основні аспекти оптимізації для обох мов подамо в таблиці 2:

Таблиця 2

Оптимізація коду для вебзастосунків на Python і JavaScript

Python часто використовується для бекенду (Flask, Django, FastAPI), і його оптимізація включає: - Оптимізація продуктивності коду - Використання асинхронного програмування (AsyncIO, FastAPI) для покращення обробки запитів. - Застосування кешування (Redis, Memcached) для зменшення навантаження на базу даних. - Використання профілювання коду (cProfile, line_profiler) для виявлення вузьких місць. - Оптимізація взаємодії з базами даних - Використання ORM (Django ORM, SQLAlchemy) з правильно налаштованими запитами.	JavaScript використовується як для фронтенду (React, Vue, Angular), так і для бекенду (Node.js, Express). - Оптимізація продуктивності фронтенду - Використання Code Splitting (динамічне завантаження модулів у React/Vue). - Зменшення обсягу завантажуваних даних через Minification і Compression (Webpack, UglifyJS). - Використання Lazy Loading для зображень і компонентів. - Зменшення кількості ререндерів у React за допомогою useMemo, useCallback. - Оптимізація бекенду на Node.js
---	--

– Зменшення кількості запитів до БД (техніка select_related, prefetch_related в Django). – Використання індексів у БД для пришвидшення вибірок. 3. Оптимізація роботи серверів – Використання Gunicorn або Uvicorn з відповідною кількістю воркерів. – Балансування навантаження через NGINX або Load Balancer. – Використання Docker та CI/CD для автоматизації розгортання. 4. Зменшення споживання пам'яті – Використання генераторів замість списків (yield замість return). – Контроль витоків пам'яті за допомогою gc (garbage collector).	– Використання асинхронного оброблення (async/await, Promises) для кращої продуктивності. – Використання кешування (Redis, LRU cache) для зменшення кількості запитів до бази даних. – Використання кластеризації (cluster, PM2) для багатопотокової обробки. – Мінімізація використання пам'яті (setTimeout і setInterval можуть створювати memory leaks). 3. Оптимізація взаємодії з базою даних – Використання ORM (Sequelize, TypeORM, Mongoose) та batch-запитів. – Застосування індексів у БД для покращення продуктивності. – Використання WebSockets замість HTTP-запитів для реального часу. 4. Оптимізація безпеки – Захист від XSS, CSRF, SQL Injection (Helmet.js, CSRF-токени). – Використання JWT-токенів або OAuth 2.0 для автентифікації.
---	---

Висновок. Розробка проєкту на Python або JavaScript дозволяє створити корисні та ефективні застосунки, розвинути навички програмування та

оптимізувати продуктивність застосунків для покращення користувацького досвіду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Рейтинг мов програмування 2025. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-2025/>
2. Guido van Rossum, Python Reference Manual, release 2.4.4, 18 October 2006
3. ECMAScript Language Specification (PDF). Архів оригіналу (PDF) за 12 квітня 2015.

Юрій МЕДВІДЬ

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
1 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Олена СМАЛЬКО**

кандидат педагогічних наук, доцент

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ПРОЦЕДУРНІЙ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВИХ СВІТІВ

У роботі розглядається використання штучного інтелекту та нейронних мереж у процедурній генерації ігрових світів, що дозволяє створювати унікальні, адаптивні та реалістичні ігрові середовища. Аналізуються ключові технології, які сприяють автоматизації процесу розробки контенту. Представлено результати експериментального моделювання нейромережі для генерації рівнів на основі шуму Перліна. Досліджено переваги ШІ-механізмів в оптимізації ресурсів розробки, покращенні балансу гри та підвищенні рівня занурення гравців. Окреслено перспективи розвитку технологій штучного інтелекту в ігровій індустрії, що можуть сприяти трансформації способів створення та сприйняття відеоігор у майбутньому.

Ключові слова: *нейронні мережі, процедурна генерація, машинне навчання, ігрові світи, штучний інтелект.*

Актуальність теми. Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання стали ключовими напрямками розвитку цифрових технологій, що кардинально змінюють різні галузі, зокрема й розробку відеоігор. Використання алгоритмів генерації, таких як шумові функції, фрактальні алгоритми та графові структури, вже тривалий час є стандартом у розробці ігор. Проте, з появою ШІ та машинного навчання з'явилася можливість підняти цей процес на новий рівень, роблячи його значно гнучкішим, адаптивнішим і здатним до самонавчання на основі великої кількості вхідних даних.

Формулювання мети публікації. Метою роботи є дослідження можливостей використання нейронних мереж у процедурній генерації ігрових світів, а також аналіз сучасних технологій, що сприяють розвитку цього підходу.

Виклад основного матеріалу дослідження. З кожним роком технології все більше проникають у різні аспекти нашого життя, змінюючи підходи до

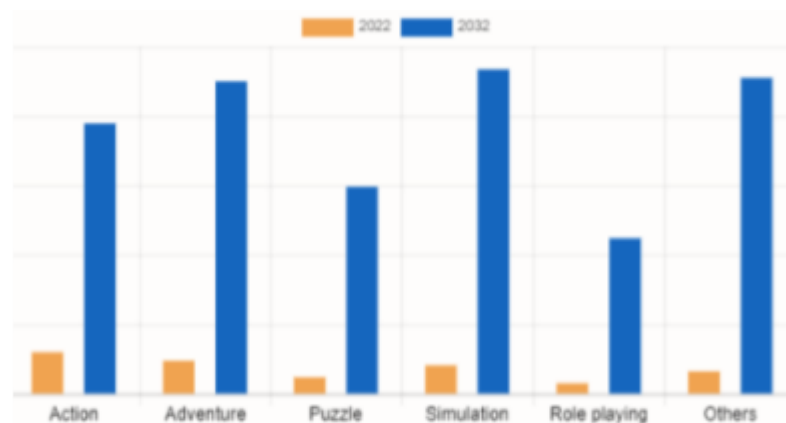


Рис. 1. Прогнозування розвитку відеоігор за допомогою ШІ

створення продуктів і послуг. Ігрова індустрія не є винятком. ШІ революціонізує ігрову індустрію, змінюючи спосіб розробки та використання ігор. Оскільки контент, створений за допомогою ШІ, стає все більш складним, ігри досягають нових висот занурення та персоналізації. За прогнозами, світовий ринок ШІ у відеоіграх стрімко зросте, а експерти прогнозують приголомшливе зростання до 438,9 мільйонів доларів США до 2027 року при середньорічному темпі зростання на 27%. Відображені дані (рис. 1) демонструють можливі зміни в попиті на різні жанри до 2032 року, враховуючи впровадження ШІ в процес розробки.

Завдяки ШІ створюються все більш інноваційні ігри, які пропонують гравцям новий рівень занурення та персоналізації. Однією з найбільш ефективних інновацій є застосування процедурних методів генерації контенту, що дозволяє розробникам швидко створювати величезні, багаті на деталі ігрові світи. Це значно спрощує та пришвидшує процес розробки, дозволяючи фокусуватися на важливих аспектах геймплею та взаємодії з користувачем.

Процедурна генерація контенту за допомогою ШІ кардинально змінює правила гри для розробників [3]. Ці технології дозволяють створювати світи, які не тільки виглядають правдоподібно, але й володіють високим рівнем адаптивності та інтерактивності. Основні підходи до використання нейронних мереж у процедурній генерації ігрових світів можна розглядати через кілька ключових технологій, кожна з яких має свої переваги в контексті створення складних ігрових просторів. Серед найбільш перспективних технологій можна виділити кілька основних: генеративно-змагальні мережі (GAN) дозволяють створювати реалістичні текстури та ландшафти, автокодери забезпечують генерацію рівнів на основі попередніх структур [1], а рекурентні нейромережі (RNN) [2] та трансформери [5] можуть формувати адаптивні сценарії.

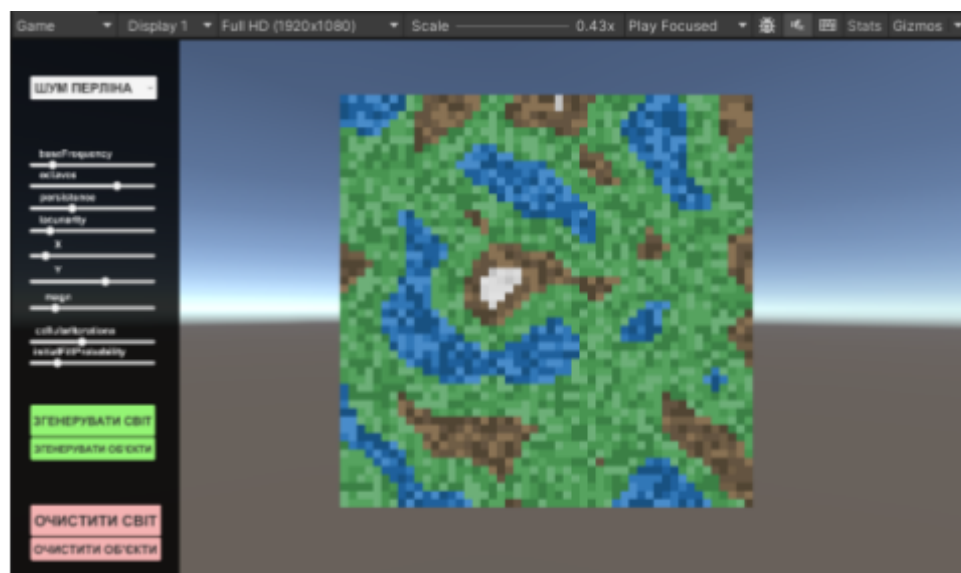


Рис. 2. Застосунок для процедурної генерації за допомогою ШІ

У межах дослідження було реалізовано модель нейронної мережі для процедурної генерації ігрових світів на основі шуму Перліна. Основна ідея полягала у використанні цього типу шуму як базового набору вхідних даних,

на яких навчалася нейромережа, а потім використовувала отримані знання для створення нових карт. Під час експериментів було проведено серію навчань із різною кількістю ітерацій. Виявлено, що після певного числа епох нейромережа почала формувати карти, які зберігали ключові особливості початкових зразків, але водночас мали нові унікальні варіації (рис. 2).

Це свідчить про здатність нейромережі не лише копіювати надані приклади, а й узагальнювати інформацію, створюючи новий контент на основі навчальних даних. Крім того, прогрес у процедурній генерації контенту з використанням ШІ дає можливість розробникам зосередитися на більш важливих аспектах ігор, таких як розвиток сюжетних ліній, вдосконалення геймплейних механік або підвищення рівня емоційної залученості гравців.

Висновки. ШІ відеоігор є рушійною силою еволюції ігрової індустрії. Він має потенціал змінити те, як люди створюють, грають і відчують ігри, відкриваючи нову еру інновацій і занурення. У майбутньому ми можемо очікувати гіперреалістичне ігрове середовище, процедурно згенеровані світи, де кожен елемент буде максимально адаптований під індивідуальні вподобання гравця, що забезпечить новий рівень реалістичності і захоплення. Такі зміни можуть створити нові можливості для розробників та користувачів, відкриваючи ще ширші горизонти для розвитку геймінгу в наступні десятиліття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Foster D. Generative Deep Learning. 2nd edition. O'Reilly Media, 2023 453 p.
2. Jones A. M. Mastering game development with Python. Practical AI for game developers: Design intelligent games with Python. 2024. 105 p.
3. Millington I. AI for games. 3rd edition. CRC Press, 2019. 1030 p.
4. Mitchell A. AI and ML in game development in 2024. URL: <https://nandbox.com/ai-and-ml-in-game-development-in-2024> (date of access: 05.04.2025).
5. Prince S.J.D. Understanding Deep Learning. Cambridge: The MIT Press, 2023. 544 p.

Микола МОЗОЛЮК

здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

WHITE LABEL-РІШЕННЯ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Тези присвячено дослідженню технологій розробки та впровадження white label-рішень у сфері електронної комерції. У роботі розглядаються переваги використання готових платформ для запуску інтернет-магазинів, технологічні аспекти їх розробки з використанням сучасних вебтехнологій (MEAN-стек, мікросервісна архітектура, Docker-контейнеризація, REST API) та перспективи подальшого розвитку.

Ключові слова: електронна комерція, white label-рішення, інтернет-магазин, MEAN-стек, кастомізація, SaaS.

Актуальність теми. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрової економіки електронна комерція виступає одним із найдинамічніших напрямків. Потреба оперативного входу на ринок спричинена високою конкуренцією, швидким розвитком технологій та зростанням вимог споживачів. Створення власного інтернет-магазину з нуля часто є надто витратним як з точки зору часу, так і фінансових ресурсів. Саме тому white label-рішення, як готові технологічні платформи, стають надзвичайно актуальними. Вони дозволяють підприємцям зосередитись на розвитку бренду, маркетингових стратегіях та залученні клієнтів, залишаючи технічну складову готовим продуктам. Крім того, в умовах цифрової трансформації малого та середнього бізнесу в Україні застосування готових рішень допомагає швидше адаптуватися до ринкових змін [2].

Мета публікації. Метою дослідження є аналіз технологічних аспектів розробки та впровадження white label-рішень в електронній комерції, а також оцінка їх ефективності для бізнесу. Основна увага приділяється практичній реалізації кастомізованої платформи для інтернет-магазинів на основі сучасного технологічного стека, зокрема MEAN-стеку та мікросервісної

архітектури. Дослідження має на меті сформувати підґрунтя для подальшого впровадження SaaS-рішень у сфері електронної комерції, що дозволять скоротити витрати на розробку та прискорити запуск онлайн-сервісів.

Виклад основного матеріалу дослідження. White label-платформа для електронної комерції, що дозволяє створювати та керувати індивідуальними інтернет-магазинами, розробляється у межах дипломного проєкту. Основні технологічні рішення базуються на таких принципах:

1. Платформа має бути побудована за принципами мікросервісної архітектури, що дозволила б модульно розділити функціональність. Такий підхід забезпечить легку масштабованість, незалежне оновлення окремих компонентів і спростить інтеграцію з іншими системами. Застосування Docker-контейнерів дозволить ізолювати кожен сервіс, що значно підвищить стабільність роботи платформи [3, с. 78–80].

2. Для розробки використовується MEAN-стек, що складається з MongoDB, Express.js, Angular та Node.js. Цей стек забезпечує єдиний підхід до розробки як серверної, так і клієнтської частин додатку. Така інтеграція сприяє зменшенню обсягу коду, спрощує підтримку та впровадження нових функцій. REST API, реалізований в рамках платформи, сприяє зручній інтеграції з CRM-системами, платіжними сервісами та маркетплейсами [4].

3. Розроблена платформа має бути базовим варіантом для запуску інтернет-магазинів, але має великий потенціал для розширення. Планується інтеграція модулів штучного інтелекту для персоналізації пропозицій, автоматизації логістичних процесів та впровадження передових аналітичних інструментів для моніторингу продажів. Ці доповнення дозволять не лише підвищити ефективність роботи системи, але й зміцнити її позицію на ринку як конкурентоспроможного SaaS-продукту.

Основні функції системи включають:

- можливість налаштувати дизайн магазину згідно з вимогами бренду;
- інструменти для управління товарами, замовленнями та аналітикою;

- автоматичне оновлення асортименту та обробка замовлень;
- використання CI/CD для регулярного оновлення застосунку та забезпечення високої доступності сервісу;
- забезпечення безпеки користувацьких даних та підтвердження доступу.

Висновки. White label-рішення в електронній комерції є ефективним інструментом для швидкого входження на ринок при мінімальних витратах на розробку. Реалізована платформа демонструє, що поєднання сучасних технологій (MEAN-стек, мікросервісна архітектура, контейнеризація) забезпечить створення гнучких та масштабованих систем. Отримані результати свідчать про можливість впровадження таких рішень у широкому спектрі бізнес-сегментів, що сприятиме подальшій цифровізації торговельних процесів. Перспективним напрямком розвитку є інтеграція додаткових модулів, що дозволять розширити функціональність платформи та адаптувати її до зростаючих вимог ринку [1; 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Forbes. The Benefits Of White Label Solutions For Business. URL: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/12/18/understanding-embedded-finance-and-the-growth-of-white-label-neobanking/>.
2. Міністерство цифрової трансформації України. Цифрова трансформація МСБ. URL: <https://thedigital.gov.ua/projects>.
3. Burnham A. Microservices Architecture. O'Reilly Media, 2021. 240 с.
4. White-Label Software: Types, Examples, and Implementation. URL: <https://solutionshub.epam.com/blog/post/white-label-software>.

Олександр МРАЧКОВСЬКИЙ

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
3 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ У ВИГЛЯДІ WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ НАДАННЯ СЕРВІСІВ ДОГЛЯДУ ЗА ДОМАШНІМИ ТВАРИНАМИ

У сучасних умовах зростаючої популярності домашніх тварин та розширення спектру послуг з догляду за ними виникає необхідність у зручних цифрових інструментах для власників і професіоналів галузі. Розробка інформаційної системи у вигляді web-ресурсу та мобільного додатку для надання сервісів догляду за домашніми тваринами дозволить централізовано керувати інформацією про тварин, їхнє здоров'я, ветеринарні клініки та сервіси. Традиційні методи ведення обліку часто незручні та неефективні, що створює труднощі для власників тварин і фахівців. Запропонована система спрямована на оптимізацію процесу збереження та обробки даних, автоматизацію запису до ветеринарів.

Ключові слова: догляд за домашніми тваринами, автоматизація, інформаційна система.

Актуальність теми. Сучасні сервіси догляду за домашніми тваринами мають низку проблем, пов'язаних із неефективним зберіганням даних, складністю управління інформацією про здоров'я вихованців та взаємодією між власниками тварин і ветеринарними клініками. Відсутність єдиної цифрової системи призводить до дублювання інформації, втрати даних та складнощів у доступі до історії здоров'я тварин. Автоматизація цих процесів дозволить підвищити ефективність роботи сервісів, забезпечити зручність для користувачів та покращити якість догляду за тваринами.

Мета публікації. Розробити інформаційну систему у вигляді web-ресурсу та мобільного додатку, що забезпечить зручний доступ до сервісів догляду за домашніми тваринами, спрощення взаємодії між власниками та ветеринарами.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі дослідження було створено модель інформаційної системи, що складається з таких компонентів:

- Веб-додаток (Angular) – забезпечує інтерфейс для користувачів, включаючи власників тварин, ветеринарів та адміністраторів сервісів.
- База даних (MongoDB) – використовується для збереження інформації про тварин, історію їхніх захворювань, дані ветеринарних клінік і послуг.
- Мобільний додаток – реалізований на основі сучасних технологій для швидкого доступу до сервісів із мобільних пристроїв.
- Функціонал системи:
- Створення профілів домашніх тварин із можливістю внесення детальної інформації.
- Ведення історії здоров'я тварин із записами про прийоми у ветеринара та лікування.
- Пошук ветеринарних клінік і сервісів догляду.
- Аналіз та візуалізація даних для власників і ветеринарів.

Аналіз показав, що запропонована модель значно зменшує адміністративне навантаження, мінімізує ризик втрати важливих даних та підвищує зручність взаємодії користувачів.

Висновки. Запропонована інформаційна система дозволяє спростити процес управління інформацією про домашніх тварин, автоматизувати взаємодію між власниками та ветеринарами, а також підвищити якість надання сервісів догляду. Проведене тестування підтвердило ефективність розробленої моделі та її переваги над традиційними методами обліку.

Перспективи розвитку системи включають розширення функціоналу мобільного додатку та вдосконалення інструментів аналітики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Сайт продукту Angular. URL: <https://angular.dev/>

2. Сайт продукту MongoDB. URL: <https://www.mongodb.com/>
3. Сайт продукту Node.js. URL: <https://nodejs.org/en>
4. Сайт продукту waw Framework. URL: <https://wawjs.wiki/#>

Іван МУЗИКА

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДИНАМІКА ТА ЕВОЛЮЦІЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЧЕРЕЗ МОДЕЛІ ЗРОСТАННЯ ГРАФІВ

У тезах розглядаються моделі зростання графів як інструмент для аналізу динаміки та еволюції соціальних мереж. Розкриваються особливості моделей Erdős–Rényi, Barabasi–Albert та Watts–Strogatz, які допомагають дослідити появу нових зв'язків, формування хабів та розповсюдження інформації. Проаналізовано роль ключових вузлів та спільнот у зміні структури мережі.

Ключові слова: соціальні мережі, граф, зростання, еволюція, модель Barabasi–Albert.

Актуальність теми. Соціальні мережі постійно змінюються: з'являються нові учасники, формуються спільноти, розвиваються інформаційні потоки, змінюються механізми поширення контенту та утворюються нові взаємозв'язки між користувачами [1]. Така динаміка обумовлена як соціальними, так і технологічними чинниками, зокрема зростанням кількості онлайн-платформ, розвитком алгоритмів рекомендацій, впливом вірусного контенту та постійною появою нових функцій для взаємодії між користувачами. Структура соціальної мережі змінюється не лише кількісно, через додавання нових вузлів, але й якісно – змінюється тип взаємодій, характер об'єднання учасників у спільноти та швидкість розповсюдження інформації.

Моделі зростання графів дозволяють математично описати ці складні процеси, моделюючи, як із простих локальних правил утворюються глобальні структури, характерні для соціальних мереж [4]. За допомогою таких моделей можливо передбачити, як розширюється мережа з часом, які вузли мають найвищу ймовірність стати ключовими або «впливовими», як змінюється топологія мережі та як розвивається її зв'язність і стійкість до збоїв. Дослідження таких закономірностей є необхідним для розуміння принципів функціонування сучасних соціальних систем, оптимізації інформаційних кампаній, боротьби з дезінформацією та підвищення якості аналізу великих обсягів даних.

Мета публікації. Метою дослідження є аналіз динаміки соціальних мереж через відомі моделі зростання графів, зокрема визначення особливостей їхньої еволюції, формування зв'язків та впливових вузлів [2]. Особливий акцент ставиться на розуміння того, яким чином локальні правила приєднання нових учасників впливають на глобальну структуру мережі, а також як виникають характерні для соціальних мереж властивості, зокрема безмасштабність, ефект «малого світу» та кластеризація.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Важливою задачею є дослідження процесів, які призводять до появи вузлів-хабів, що стають інформаційними центрами або так званими «лідерами думок» у соціальних мережах [3]. Такі вузли можуть мати вирішальний вплив на швидкість і напрямок поширення інформації, реклами чи навіть фейкових новин. Крім того, моделі зростання можуть допомогти не тільки в статичному аналізі соціальної мережі, а й у прогнозуванні її подальшого розвитку в часі. Це дозволяє ефективно планувати стратегії інформаційного впливу, визначати ключові точки для інтервенцій та оцінювати ризики втрати стійкості або фрагментації мережі у разі відключення окремих вузлів.

Базовими є кілька моделей зростання графів:

- Erdős–Rényi – модель випадкового приєднання, яка демонструє загальні властивості випадкових графів.

- Barabási–Albert – модель преференційного приєднання, що пояснює виникнення впливових вузлів-хабів.
- Watts–Strogatz – модель, що демонструє ефект «малого світу», притаманний багатьом соціальним мережам.

Використовуючи ці моделі, можна змоделювати:

- 1) формування нових зв'язків у мережі;
- 2) поетапне зростання числа вузлів;
- 3) динаміку формування спільнот та обміну інформацією.

Практичне застосування. Для моделювання зростання соціальної мережі застосовано модель Barabási–Albert. На початковому етапі граф складався з 5 вузлів. Згідно з принципом преференційного приєднання, ймовірність того, що новий вузол буде приєднаний до існуючого вузла i , пропорційно його степені:

$$P(k_i) = \frac{k_i}{\sum_j k_j},$$

де: $P(k_i)$ – ймовірність приєднання до вузла i ; k_i – кількість зв'язань вузла i ; $\sum_j k_j$ – сума всіх зв'язань у графі.

У результаті симуляції додано 100 нових вузлів. Спостерігалось формування структури з вузлами-хабами, які отримували більшість нових зв'язків. Це відображає реальну поведінку соціальних мереж, де популярні профілі залучають більше підписників завдяки своїй активності та авторитетності.

Висновки. Моделі зростання графів є ефективним засобом для опису еволюції соціальних мереж. Вони дозволяють виявляти впливові вузли, прогнозувати структурні зміни та досліджувати процес формування зв'язків у динаміці. Подальше дослідження можливе в напрямку поєднання цих моделей з методами машинного навчання для побудови адаптивних прогнозів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Шушура О. М., Кокідько Б. С. Моделювання соціальних мереж з використанням теорії графів та нечіткої логіки // Зв'язок. 2024. №5.

2. Бормашенко М. Ю., Тоніца О. В. Застосування моделей випадкових графів для аналізу соціальних мереж. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених. Харків: НТУ "ХПІ", 2021. С. 46–47.
3. Ахрамович В. М. Моделювання і візуалізація соціальних мереж // Зв'язок. 2020. №2.
4. Остапенко Л. П., Малахов А. П., Брюховецький А. М. Використання теорії графів для аналізу соціальних мереж // Наумовські читання. Харків: ХНПУ, 2021. С. 199–201.

Юліана НЕКРАСОВА

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
1 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ, БЕЗПЕКИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON, C++ ТА RUST

Тези присвячено порівняльному аналізу мов програмування Python, C++ та Rust. Дослідження охоплює ключові параметри: продуктивність, безпеку, популярність та сфери застосування цих мов у 2025 році.

Ключові слова: аналіз, мови програмування, Python, C++, Rust, продуктивність, безпека, популярність, сфери застосування.

Актуальність теми. Вибір мови програмування є важливим етапом у розробці програмного забезпечення, оскільки він визначає продуктивність, безпеку та ефективність проєкту. Python, C++ та Rust мають різні особливості та застосування, що робить порівняння цих мов необхідним для визначення їх оптимальності в конкретних задачах. У 2025 році, з урахуванням зростаючих вимог до безпеки та ефективності, це дослідження є важливим для вибору найкращої мови програмування в різних сферах, таких як системне програмування, розробка ігор, аналіз даних і машинне навчання.

Мета публікації. Метою цього дослідження є порівняльна характеристика мов програмування Python, C++ та Rust у 2025 році за

основними параметрами: продуктивність, безпека, популярність та сфери застосування.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасному світі інформаційних технологій вибір мови програмування є критично важливим для успіху проєкту. Python, C++ та Rust – три потужні мови, кожна з яких має свої унікальні особливості та сфери застосування. Метою цього дослідження є порівняння цих мов за ключовими параметрами: продуктивністю, безпекою та областями використання у 2025 році.

Продуктивність. Продуктивність є одним із головних критеріїв при виборі мови програмування для ресурсомістких задач.

C++ відомий своєю високою швидкістю виконання та ефективним використанням ресурсів. Завдяки компіляції в машинний код, C++ забезпечує низькорівневий контроль над апаратними ресурсами, що робить його ідеальним для системного програмування та розробки ігор [1].

Rust пропонує продуктивність, порівнянну з C++, забезпечуючи при цьому безпеку пам'яті. Це досягається завдяки унікальній моделі володіння та системі перевірки запозичень, що запобігає багатьом типам помилок під час компіляції.

Хоча Python є інтерпретованою мовою і поступається C++ та Rust у швидкості виконання, Python залишається популярним завдяки простоті використання та широкому набору бібліотек. Для підвищення продуктивності в критичних місцях часто використовуються бібліотеки, написані на C або C++ [2].

Безпека. Безпека коду та управління пам'яттю є важливими аспектами при розробці надійних додатків.

C++ надає розробникам ручний контроль над управлінням пам'яттю, що може призвести до помилок, таких як витоки пам'яті або переповнення буфера, якщо не дотримуватися обережності [2].

Rust вирішує проблеми безпеки пам'яті за допомогою суворої системи типів та перевірки запозичень на етапі компіляції, що робить можливим

написання безпечного та високопродуктивного коду без необхідності в збиранні сміття [3].

Python використовує автоматичне збирання сміття, що спрощує управління пам'яттю, але може призвести до непередбачуваних затримок під час виконання програми [1].

Застосування. Кожна з розглянутих мов має свої області, де вона проявляє себе найкраще.

C++ широко використовується в системному програмуванні, розробці ігор, вбудованих системах та інших областях, де критично важлива продуктивність.

Rust набуває популярності в розробці системного та мережевого програмного забезпечення, а також у створенні безпечних та високопродуктивних додатків.

Python – лідер у сферах аналізу даних, машинного навчання, веб-розробки та автоматизації завдяки простоті синтаксису та багатій екосистемі бібліотек [4].

Узагальнення порівняння мов програмування подано у таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння мов програмування

Критерій	Python	C++	Rust
Продуктивність	Низька (інтерпретована мова)	Висока (компільована, ручне керування пам'яттю)	Висока (компільована, безпечне управління пам'яттю)
Безпека	Висока (автоматичне збирання сміття)	Середня (ризик витоків пам'яті)	Висока (система власності та запозичень)
Сфери застосування	Машинне навчання, аналіз даних, веб-розробка, автоматизація	Ігри, системне програмування, високопродуктивні додатки	Системне програмування, блокчейн, безпечне ПЗ

Популярність у 2025 році	Висока (топ-1 за ТІОВЕ)	Висока (стабільний лідер у високопродуктивному програмуванні)	Зростає (топ-1 у рейтингу "улюблених мов" за Stack Overflow)
---------------------------------	-------------------------	---	--

Висновки. Вибір між Python, C++ та Rust залежить від специфіки проєкту. Якщо потрібна максимальна продуктивність і детальний контроль над системними ресурсами, C++ буде оптимальним вибором. Для завдань, де важливе збереження безпеки пам'яті без шкоди для швидкодії, Rust забезпечує сучасні рішення. Коли головний акцент на швидкості розробки та простоті, зокрема в галузях аналізу даних і машинного навчання, Python залишається незамінним інструментом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Порівняння Rust та Python: Перспектива продуктивності. URL: <https://peerdh.com/uk/blogs/programming-insights/comparing-rust-and-python-a-performance-perspective?>
2. AI Language Showdown: порівняння продуктивності C++, Python, Java та Rust. URL: [Unite.AI](https://unite.ai)
3. Python або Rust: що вибрати для машинного навчання. URL: <https://itproger.com/ua/news/python-ili-rust-hto-vibrat-dlya-mashinnogo-obucheniya?>
4. Rust vs C++: Performance, Safety, and Use Cases Compared. URL: https://www.codeporting.com/blog/rust_vs_cpp_performance_safety_and_use_cases_compared

Дмитро ПАСТУШКОВ

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Антон ФІЛАТОВ

кандидат технічних наук

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ПАРКУВАННЯМ НА ОСНОВІ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У роботі розглянуто сучасні методи та засоби управління паркуванням з використанням мобільних технологій. Описано переваги мобільного додатку для моніторингу та бронювання паркомісць у містах над традиційними методами пошуку паркувальних місць.

Ключові слова: управління паркуванням, мобільні технології, моніторинг паркомісць, бронювання, економія часу.

Проблема з паркуванням є актуальною для багатьох міст, і Кам'янець-Подільський не є винятком. У центральній частині міста, зокрема поблизу ринку, щодня утворюються транспортні затори через нестачу доступних паркомісць. Відсутність систем моніторингу вільних місць ускладнює паркування та змушує водіїв витрачати час на пошук місця, що збільшує кількість поїздок і забруднює повітря. Вирішення цієї проблеми за допомогою мобільного додатку допоможе не тільки водіям швидше знаходити місця, але й оптимізувати використання паркомісць загалом.

Метою дослідження є розробка мобільного додатку, який забезпечить водіїв інформацією про наявність вільних паркомісць, вартість та умови паркування у найближчих локаціях. Додаток також надаватиме можливість бронювання місця заздалегідь, що стане важливим кроком для підвищення зручності користування міською транспортною інфраструктурою.

Основними завданнями є:

1. Оцінити ефективність використання мобільних технологій для управління паркуванням.
2. Розробити методи інтеграції додатку з існуючою інфраструктурою паркування.

3. Дослідити доцільність впровадження електронних парко-бар'єрів для реалізації функції бронювання.

4. Розробити функціонал для мобільного додатку, який дозволить переглядати інформацію про доступність місць у реальному часі та сплачувати за послуги в декілька кліків.

На сьогодні в багатьох містах активно впроваджуються системи інтелектуального паркування, що базуються на сенсорах, камерах та інших пристроях для моніторингу. У більшості випадків ці рішення є дорогими і потребують значних ресурсів для їхнього встановлення та обслуговування. Тому мобільні додатки, що працюють з інформацією про паркомісця та дають змогу бронювати їх у режимі реального часу, стають економічно доцільнішою альтернативою.

Запропонований мобільний додаток для управління паркомісцями має низку переваг:

1. **Швидкий доступ до інформації** — водії можуть переглянути доступні місця на карті та отримати інформацію про кількість вільних місць, їхню вартість та розташування.

2. **Бронювання** — функція бронювання дозволяє водіям заздалегідь резервувати місця, зменшуючи ймовірність браку паркомісця при прибутті.

3. **Оплата через додаток** — зручність мобільних платежів дає змогу користувачам сплачувати за паркування в декілька кліків, що знімає необхідність шукати контролера чи паркомат.

4. **Електронні парко-бар'єри** — система бронювання може бути додатково інтегрована з електронними бар'єрами, які блокуватимуть місце до прибуття зарезервованого автомобіля.

Основні переваги для міської інфраструктури

1. **Зменшення заторів** — зменшення часу, необхідного на пошук місця, допоможе знизити кількість непотрібних переміщень автомобілів.

2. **Покращення екологічної ситуації** — зменшення кількості поїздок навколо районів із обмеженою кількістю місць для паркування сприятиме зниженню викидів.

3. **Економічна ефективність** — мобільне рішення дозволяє ефективно використовувати наявні ресурси без необхідності в значних інвестиціях у дорогі сенсорні або відеосистеми.

Мобільний додаток для управління паркуванням є ефективним інструментом для вирішення проблеми нестачі місць для паркування. З його допомогою водії матимуть змогу заощаджувати час на пошук місць, а також користуватися зручною функцією бронювання. Це дозволить значно покращити організацію транспортного потоку у містах, а також знизити негативний вплив транспорту на довкілля. Інтеграція таких рішень у невеликих містах, таких як Кам'янець-Подільський, стане прикладом ефективного використання сучасних технологій у повсякденному житті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Вагомі підстави і принципи управління паркуванням. URL: [https://park4sump.eu/sites/default/files/202007/PARK4SUMP_reasons_15072020-UA_web.pdf].
2. Андрєєв В.І. Міське паркування та мобільні технології. Вісник транспортних наук. 2020. № 2. С. 45.
3. Кузьменко А.О. Оптимізація використання паркомісць у містах. Журнал інноваційних технологій. 2019. № 3. С. 112.
4. Петренко П.М. Технології управління міським транспортом. Харків: Наука і суспільство, 2021. С. 73.

Богдан ПРОДОЛЯК,

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Віктор ЩИРБА**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПОБУДОВА ПЛАТФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАСТОМІЗОВАНИХ ОНЛАЙН-БІЗНЕСІВ НА СТЕКУ MEAN

У роботі розглядаються підходи до розробки платформи для надання послуг зі створення кастомізованих онлайн-бізнесів на базі технологічного стека MEAN (MongoDB, Express.js, Angular, Node.js). Описано основні

особливості застосування цього стека для інтеграції функцій розробки, кастомізації та управління контентом, що сприяє швидкому запуску онлайн-бізнесу.

Ключові слова: платформа, MEAN-стек, онлайн-бізнес, кастомізація, веброзробка.

Мета статті. Описати можливості платформи на MEAN для створення кастомізованих онлайн-бізнесів, зокрема автоматизацію процесів налаштування бізнес-моделей та впровадження функцій управління контентом.

Аналіз актуальних досліджень, постановка проблеми. Дослідження в галузі JavaScript-стеків фокусуються на ефективності роботи додатків, розширеній інтеграції з базами даних, таких як MongoDB, та підвищенні гнучкості на основі Node.js і Angular (Grant H., Bjornson A., Dolling J.)[1]. Платформи, що об'єднують JavaScript-стек для реалізації як бекенд, так і фронтенд компонентів, здатні забезпечувати зручність обробки великих обсягів даних та одночасного налаштування користувацьких інтерфейсів, що є надзвичайно важливим для кастомізованих рішень [2].

Виклад основного матеріалу дослідження. MEAN-стек забезпечує наскрізний процес розробки додатка: кожен компонент виконує свою функцію в створенні повноцінного веб-додатка. MongoDB дозволяє зберігати динамічні дані, що необхідні для кастомізації бізнес-моделей.[3] Angular відповідає за інтерактивний інтерфейс і забезпечує реактивність, дозволяючи користувачам налаштовувати функціональні та візуальні параметри сайту в режимі реального часу[4]. Node.js виступає середовищем для виконання JavaScript на сервері, що дозволяє розробникам використовувати один стек для всього додатка[5]. Express.js виконує роль сервера, що обробляє HTTP-запити та забезпечує зв'язок між клієнтом і сервером [6].

Платформа на основі MEAN забезпечує можливість масштабування та динамічної кастомізації. Наприклад, завдяки MongoDB, можна реалізувати можливість зберігання даних про конфігурації користувачів, шаблони сторінок та інші налаштування дизайну. Це дозволяє кожному користувачеві платформи

створювати власні, унікальні бізнес-рішення з використанням заздалегідь підготовлених шаблонів.

Використання RESTful API на платформі Express.js забезпечує комунікацію між бекендом і фронтом, що дозволяє динамічно оновлювати дані та зберігати персональні налаштування користувачів у MongoDB. Angular, як частина фронтенд-стека, дозволяє інтерактивно відображати зміни конфігурацій та швидко візуалізувати процес налаштування.

Розробка платформи для надання послуг зі створення кастомізованих онлайн-бізнесів включає кілька ключових етапів, які забезпечують поступове створення функціональної та інтегрованої системи. На момент підготовки статті виконано перші етапи роботи, які стали фундаментом для подальшої розробки. Було проведено аналіз потреб цільової аудиторії платформи. Визначено основні функції, необхідні для користувачів: створення вебсайтів, кастомізація дизайну, управління контентом та інтеграція із зовнішніми сервісами.

Розроблено архітектуру платформи з урахуванням можливостей технологічного стека MEAN. Особливу увагу приділено масштабованості системи для підтримки зростаючої кількості користувачів і функціональних модулів. Налаштовано MongoDB як основну базу даних для зберігання інформації про користувачів, їхні проекти та налаштування. Розпочато створення прототипу інтерфейсу для користувачів платформи. Основна увага була приділена дизайну зручної панелі управління, яка дозволяє легко створювати та налаштовувати онлайн-бізнеси. Для цього використано Angular, що забезпечує динамічність і інтерактивність інтерфейсу.

Практичні результати та переваги. Платформа створює єдине інтерактивне середовище, яке дозволяє користувачам швидко змінювати налаштування сторінок, додаючи функціональні модулі, зокрема: обробку платежів, управління товарними одиницями, клієнтську підтримку та інтеграцію з соціальними мережами. Користувачі платформи можуть створювати сайт на основі декількох доступних шаблонів або ж будувати

повністю індивідуальні рішення, що робить таку платформу вигідною для малого бізнесу, стартапів та індивідуальних підприємців.

Основні проблеми та їх вирішення. Основними труднощами при розробці таких платформ є синхронізація даних та забезпечення стабільності при великій кількості одночасних користувачів. Платформи, що використовують технологію Angular, стикаються з проблемами масштабування, зокрема повільного завантаження даних, що вимагає оптимізації. Також важливо забезпечити безпеку зберігання користувацьких даних, особливо у випадку індивідуально налаштованих сайтів з інтегрованими платіжними функціями. Застосування модулів аутентифікації та авторизації, таких як JWT (JSON Web Token), допомагає вирішити ці проблеми, забезпечуючи надійний захист особистих даних користувачів.

Висновок. Розглянуті підходи до побудови платформи на основі MEAN-стека дозволяють швидко створювати кастомізовані рішення для онлайн-бізнесу. Виявлено, що використання повного JavaScript-стека сприяє покращенню продуктивності, інтеграції та масштабованості платформи. Запропонована платформа забезпечує зручність для кінцевих користувачів і є вигідним рішенням для швидкого запуску онлайн-бізнесів. У процесі виконання дипломного проекту було визначено основні вимоги до функціоналу платформи, розроблено її архітектуру, налаштовано серверне середовище на основі Node.js і Express.js та створено базові API для роботи з користувачами і проектами. Крім того, створено прототип користувацького інтерфейсу з використанням Angular, що забезпечує зручність роботи з платформою і дозволяє реалізувати динамічну взаємодію з контентом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Grant, H., Bjornson, A., Dolling, J. Full-Stack JavaScript Development with MEAN: MongoDB, Express, AngularJS, and Node.js. New York: McGraw-Hill Education, 2016. 352 p.
2. Mardan, A. Learning Angular: A Hands-On Guide to Angular 2 and Angular 4. Packt Publishing, 2018. 234 p.

3. MongoDBDocumentation:pMongoDBpInc.,p2023.pДоступно: <https://www.mongodb.com/docs/>

4. Angular Official Documentation. Google Inc., 2023. Доступно: <https://v17.angular.io/docs>

5. Node.jsDeveloperpGuides.pOpenJSpFoundation,2023.pДоступно: <https://nodejs.org/docs/latest/api/>

6. Express.jspAPIpReference.pExpresspCommunity,p2023.pДоступно: <https://expressjs.com/en/4x/api.html>

Максим САС

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
3 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Володимир ФЕДОРЧУК**

доктор технічних наук, професор

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЛІКУВАННЯ

У сучасному світі цифровізація медицини відіграє ключову роль у підвищенні якості надання медичних послуг. Однією з актуальних проблем є моніторинг медичних даних пацієнтів для покращення діагностики, контролю лікування та оперативного реагування на критичні ситуації. Традиційні методи ведення медичних записів часто є неефективними через велику кількість паперової документації та відсутність централізованого доступу до даних. Основною метою даного дослідження є створення автоматизованої системи аналізу медичних даних, що дозволяє лікарям швидко отримувати необхідну інформацію про пацієнта, відстежувати історію захворювань, аналізувати тенденції та прогнозувати можливі ускладнення. Система базується на сучасних веб-технологіях та сервісах для забезпечення швидкого доступу до даних.

Ключові слова: медичні дані, автоматизація, моніторинг.

Актуальність теми. У більшості медичних закладів України процес зберігання та обробки медичних даних є неструктурованим та фрагментованим. Це ускладнює обмін інформацією між лікарями, сповільнює прийняття рішень та підвищує ризик помилок. Використання автоматизованих систем аналізу медичних даних дозволяє покращити якість лікування, забезпечити швидкий доступ до історії хвороби та спростити ведення електронних медичних карток.

Мета публікації. Розробити автоматизовану систему для моніторингу медичних даних пацієнтів, яка дозволяє лікарям швидко отримувати звіти та приймати обґрунтовані рішення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході дослідження було розроблено модель автоматизованої системи моніторингу медичних даних, що складається з таких компонентів:

Веб-застосунок (Angular) – основний інтерфейс для лікарів та адміністрації.

База даних (MongoDB) – збереження інформації про пацієнтів, діагнози, історію лікування.

Автоматизація обробки даних (Node.js) – реалізація алгоритмів обробки інформації.

Функціонал системи:

- Додавання, редагування та перегляд медичних записів пацієнтів.
- Створення, редагування та управління інформацією про лікарні, аптеки та лікарські засоби.

Результати тестування показали, що використання автоматизованої системи значно спрощує обробку даних, зменшує кількість помилок та покращує взаємодію між лікарями.

Крім того, розширення функціоналу може включати розробку мобільного застосунку для лікарів та пацієнтів, що спростить доступ до медичних записів та дозволить ефективніше комунікувати між собою.

Висновки. Автоматизовані системи аналізу медичних даних є критично важливим інструментом у сучасній медицині, оскільки дозволяють ефективно

обробляти та інтерпретувати величезні обсяги медичних показників. Вони значно покращують процес діагностики, моніторингу стану пацієнтів та прийняття рішень, знижуючи ймовірність людських помилок і підвищуючи точність результатів. У рамках цієї роботи було розглянуто проблему автоматизації процесів збору, аналізу та збереження медичних даних, а також запропоновано модель інформаційної системи, яка відповідає сучасним вимогам до обробки таких даних.

Запропонована система забезпечує оперативний доступ до медичних записів, дозволяє швидко моніторити зміну стану пацієнтів та надає медичному персоналу інструменти для полегшення прийняття рішень. Важливою перевагою є зменшення адміністративного навантаження, оскільки автоматизація багатьох процесів звільняє лікарів і медсестер від виконання рутинних задач, дозволяючи більше уваги приділяти безпосередньо пацієнтам.

Окрім того, такі системи сприяють підвищенню якості обслуговування пацієнтів, скороченню часу на діагностику і лікування, а також оптимізації медичних ресурсів.

Це шлях до більш автоматизованих та ефективних процесів у медичній сфері, що сприятиме покращенню якості медичної допомоги та збереженню здоров'я пацієнтів на всіх етапах лікування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Сайт продукту Angular. URL: <https://angular.dev/>
2. Сайт продукту MongoDB. URL: <https://www.mongodb.com/>
3. Сайт продукту Node.js. URL: <https://nodejs.org/>

Валентин СЕРЕДЮК

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
1 року навчання спеціальність 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Володимир ФЕДОРЧУК

доктор технічних наук, професор

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ФОТОФІКСАЦІЇ ТА ОПИСУ МІСЬКИХ ПРОБЛЕМ ІЗ ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ ДО ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ

У тезах висвітлено процес планування інформаційної системи на основі мобільного застосунку для фотофіксації міських проблем (пошкодження інфраструктури, неналежний стан доріг, зламані ліхтарі, засмічення громадського простору та ін.) із подальшою передачею даних до органів місцевого самоврядування, а також з можливістю контролю за усуненням проблем. Описано основні етапи роботи: аналіз предметної області, аналіз реєстру зацікавлених сторін, вироблення вимог до проєкту, аналіз бюджету проєкту та ризиків, прогноз життєвого циклу проєкту. Особливу увагу приділено оптимізації механізмів обробки заявок, що сприяє підвищенню ефективності управління обслуговуванням. На поточному етапі проєкт перебуває у процесі розробки, а проміжні результати вказують на перспективність підходу щодо скорочення часу обробки запитів.

Ключові слова: інформаційна система, мобільний застосунок, фотофіксація з геоприв'язкою, організація зворотного зв'язку.

Актуальність теми полягає в тому, що сучасні інформаційно-комунікаційні технології дають змогу подолати важливу проблему недостатньої комунікації між громадянами та органами місцевого самоврядування. Наприклад, для збору інформації про існуючі негаразди на території місцевої громади перспективним рішенням є використання мобільного застосунку, який би в рамках ширшої інформаційної системи надавав користувачам такі функції, як фотофіксація з геолокацією, опис проблеми, автоматична відправка даних до органів місцевого самоврядування,

сповіщення користувачів про статус обробки їхніх запитів, збереження анонімності громадян тощо.

Метою дослідження є розробка інформаційної системи з інтегрованим мобільним застосунком для фотофіксації та опису міських проблем із передачею даних до органів місцевого самоврядування та з можливістю контролю за усуненням проблем.

Основний зміст дослідження. Для реалізації інформаційної системи було вирішено створити мобільний застосунок та серверну компоненту із наступними вимогами: можливість завантаження фото з описом, зручний та інтуїтивний інтерфейс, точне визначення геолокації, відстеження статусу звернення, автоматична передача звернень до органів місцевого самоврядування, забезпечення захисту даних користувачів.

Для глибокого аналізу життєздатності проєкту та його прогнозованої ефективності щодо вирішення поставлених задач [1] було проаналізовано коло зацікавлених сторін (таблиця 1), вимоги до проєкту (таблиця 2), оцінку ризиків (таблиця 3), а також життєвий цикл проєкту (таблиця 4).

Таблиця 1

Реєстр зацікавлених сторін

Назва	Роль	Контактна інформація	Вимоги	Очікування	Вплив	Класифікація
Користувач	Використання застосунку		Зручний застосунок та інтерфейс, точність визначення місцезнаходження, швидкість виконання запитів	Відправка правдивих фото з описами, а також вказання правильної геолокації	Низький	Використовує застосунок
Команда розробки	Створення застосунку	Середюк В.В.	Чіткі умови та терміни виконання	Завершення розробки у вказані терміни. Написання високопродуктивного коду.	Високий	Розробляє застосунок

Інвестор	Виділення коштів на реалізацію	К-ПНУ	Використання коштів ефективно та за призначенням.	Надання виплат у вказані терміни	Середній	Інвестує кошти у розробку
Керівник	Визначення функціоналу та створення задач	Федорчук В.А.	Дотримання наукових вимог та функціоналу.	Надання чітко сформованих завдань.	Середній	Надає поради для реалізації

Таблиця 2

Вимоги до проєкту

Код вимоги	Вимога	Зацікавлена сторона	Категорія	Пріоритет	Критерій прийомки	Метод перевірки
1	Можливість завантаження фото та додавання опису проблеми користувачами.	Користувач	Функціональна	Високий	Наявність відправки фото з описом	Ручне тестування
2	Визначення геолокації автоматично або вручну.	Користувач	Функціональна	Високий	Наявність можливості встановлення геолокації	Ручне тестування
3	Передача даних до міської ради в режимі реального часу.	Користувач	Функціональна	Високий	Дані доставляються до іншої міської ради	Ручне тестування
4	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	Користувач	Нефункціональна	Середній	Користувачі інтуїтивно розуміють як використовувати застосунок	Ручне тестування

5	Надання зворотного зв'язку стосовно статусу звернення.	Користувач	Функціональна	Високий	Користувач може переглянути статуси звернень	Ручне тестування
6	Захист персональних даних користувачів	Користувач	Нефункціональна	Високий	Дані користувача не повинні бути доступними під час спроби їх викрадання	Юніт тести

Таблиця 3

Реєстр ризиків

Код ризик у	Формулювання ризику	Ймовірність	Вплив	
			Зміст	Якість
1	Проблеми із віддаленим сервером	Низька	Помилки при спробі відправки запитів	Недоступність до система
2	Витоки інформації	Низька	Потрапляння даних стороннім особам	Небезпека інформації користувачів
4	Наявність відправок фото із забороненими для поширення об'єктів (військові об'єкти)	Дуже висока	Порушення законодавства	Кримінальна відповідальність
5	Непередбачені зміни курсу валют	Висока	Перевищення витрат	Перевищення лімітів бюджету інвестора

Життєвий цикл проєкту

Основні віхи проєкту	Строк (дата)	Ключові результати
Формування технічного завдання	01.12.2024	Сформоване технічне завдання із усіма функціональними та нефункціональними вимогами
Аналіз предметної області	01.02.2025	Проаналізовано конкурентів або способів комунікації із міською радою, які доступні на даний момент.
Розробка архітектури програмного забезпечення	01.04.2025	Розроблена архітектура, надано компоненту діаграму, діаграму класів та схему бази даних
Розробка серверної частини застосунку	01.07.2025	Код серверної частини застосунку, який покритий тестами та здатен локально розгортуватись.
Розробка клієнтського застосунку	01.09.2025	Код клієнтської частини застосунку та відповідний .apk файл.
Тестування застосунку	15.09.2025	Результати тестування з описом усіх тест кейсів.

З метою забезпечення масштабованості, гнучкості розробки та можливості незалежного розгортання компонентів було обрано мікросервісну клієнт-серверну архітектуру. Даний патерн дозволяє розділити систему на ізольовані сервіси з чітко визначеними зонами відповідальності, що, у свою чергу, спрощує підтримку, розширення функціоналу та тестування [2].

У якості платформи для розробки мобільного застосунку було обрано операційну систему Android через її високу популярність серед жителів України та великий вибір наявних інструментів для роботи із геолокацією [3].

Серверна компонента реалізується з використанням Go (Golang) — мови програмування, яка забезпечує високу продуктивність, низьке споживання ресурсів та зручну паралельну обробку запитів. Завдяки вбудованій підтримці

багатопоточності та зрозумілій модульній структурі, Go є оптимальним вибором для мікросервісного підходу.

Для зберігання основних структурованих даних обрано PostgreSQL —реляційну базу даних з підтримкою транзакцій, складних запитів та можливостей масштабування. Вибір даної БД дозволить швидко та без втрат отримувати агреговані дані, які необхідні для зворотного зв'язку. Проте для більш простих операцій між сервісами, використовуються брокери повідомлень Kafka та RabbitMQ, що дозволить гарантувати цілісність системи [4].

Висновки. На даний момент завершено аналіз життєздатності проєкту та предметної області. Також було проведено дослідження та обрано мікросервісний клієнт-серверний патерн для проєктування архітектури, з метою забезпечення високої продуктивності запитів. Наразі, інформаційна система для фотофіксації та опису міських проблем перебуває на стадії розробки серверної частини застосунку. У подальшому, буде реалізовано користувацький інтерфейс під мобільні пристрої та проведено етап тестування для підвищення відмовостійкості та захищеності системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського.
URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/7c313e5c-5477-4be2-9806-d32e9eace0c3/content>.
2. What are Microservices? | AWS. Amazon Web Services, Inc. URL: <https://aws.amazon.com/ru/microservices/>.
3. Ринок мобільних додатків. ASOMobile. URL: <https://asomobile.net/uk/blog/rinok-mobilnih-dodatkov-2023-zvit/>.
4. Arshad H. Choosing the Right Messaging System: Kafka, Redis, RabbitMQ, ActiveMQ, and NATS Compared. Medium. URL: <https://medium.com/@sheikh.hamza.arshad/choosing-the-right-messaging-system-kafka-redis-rabbitmq-activemq-and-nats-compared-fa2dd385976f>.

Михайло СІДЕЛЬСЬКИЙ

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Ростислав МОЦИК

кандидат педагогічних наук, доцент

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА В ХЛІБОПЕКАРНІ

У дослідженні представлено інтелектуальну модель системи підтримки прийняття рішень (СППР) для оптимізації виробничих процесів у хлібопекарні. Модель базується на штучному інтелекті та інтегрує дані з IoT-сенсорів, зовнішніх джерел (ціни на сировину, попит у соцмережах) та історичні дані для прогнозування оптимальних параметрів виробництва. Використання таких методів, як ARIMA, LSTM, генетичні алгоритми та Isolation Forest, дозволяє автоматизувати аналіз, знизити витрати на сировину на 12% та скоротити відходи виробництва з 8% до 3.5%. Запропоноване рішення відрізняється високою оперативністю (час реагування на зміни попиту скорочено з 24 год до 2 год) та можливістю інтеграції з існуючими SCADA-системами.

Ключові слова. Система підтримки прийняття рішень, оптимізація виробництва, хлібопекарня, штучний інтелект, IoT-сенсори, ARIMA, LSTM, генетичні алгоритми, Isolation Forest, SCADA, зниження витрат.

Оптимізація виробничих процесів у хлібопекарні потребує врахування численних факторів: коливань попиту, якості сировини, енергоефективності тощо. Запропонована інтелектуальна модель системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі штучного інтелекту дозволяє автоматизувати аналіз цих факторів та генерувати рекомендації для підвищення ефективності виробництва.

Сучасний ринок хлібопекарної промисловості стикається з низкою викликів, які роблять запропоновану тему надзвичайно актуальною. Один із

найважливіших – економічний фактор, що включає коливання цін на сировину (борошно, дріжджі, енергоносії) вимагають динамічного коригування витрат; висока конкуренція з боку великих мереж та малих пекарень, що змушує шукати інноваційні способи зниження собівартості; відходи виробництва (до 10% продукції) через неточність прогнозування попиту.

Також велику роль відіграють і технологічні виклики, серед яких нестабільність якості сировини (наприклад, різний вміст клейковини у борошні) потребує миттєвого адаптування рецептур; зношеність обладнання та його неефективна експлуатація через відсутність моніторингу в реальному часі; ручне управління процесами призводить до людських помилок (наприклад, порушення температурного режиму).

Одним із особливих факторів є соціальні та екологічні тренди, серед яких зростання попиту на персоналізовану продукцію (безглютенову, веганську) ускладнює планування; використання IoT та AI у харчовій промисловості стає стандартом (наприклад, превентивне технічне обслуговування); екологічні вимоги до зменшення енергоспоживання та відходів (CO₂ від печей).

Які ж переваги запропонованого рішення:

1. Оперативність – аналіз даних у реальному часі дозволяє реагувати на зміни за лічені години.
2. Економія ресурсів – оптимізація рецептур і режимів випікання знижує витрати на 10–15%.
3. Скасування «ручного» фактора – автоматизовані рекомендації зменшують залежність від кваліфікації персоналу.

Тому інтелектуальна СППР є критичною для хлібопекарень, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними в умовах динамічного ринку, обмежених ресурсів та зростаючих вимог споживачів.

Основна мета нашого дослідження - це розробка інтелектуальної моделі для прогнозування оптимальних параметрів виробництва (кількість продукції, режими випікання, логістика) на основі даних IoT-сенсорів та історичних даних.

На даний час існують наступні рішення:

- ERP-системи (наприклад, SAP, 1C): облік ресурсів, але не пропонують прогнозних аналітичних моделей.
- Статистичні методи: регресійний аналіз для прогнозування витрат, проте не враховують нелінійні залежності.
- Просте машинне навчання: класифікація дефектів продукції, але без комплексної оптимізації виробництва.

І до недоліків ми можемо віднести – відсутність адаптивності до динамічних змін (наприклад, різкі зміни цін на борошно).

Запропонована нами архітектура моделі, складається з «Джерела даних» (IoT-датчики (температура печей, вологість тіста) та зовнішні дані (ціни на сировину, погода, попит у соцмережах). "Аналітичні модулі» (прогнозування попиту: часові ряди (ARIMA + LSTM); оптимізація рецептур: генетичні алгоритми для пошуку балансу між собівартістю та якістю; «детекція аномалій»: ізоляційний ліс (Isolation Forest) для виявлення відхилень у роботі обладнання та «інтерфейс рекомендацій»: візуалізація у вигляді звітів (наприклад, «Зменшити випічку батонів на 15% у середу»).

Ефективність запропонованої моделі:

Параметр	До впровадження	Після впровадження
Витрати на сировину	-	-12%
Відходи виробництва	8%	3.5%
Час реагування на зміни попиту	24 год	2 год

До переваг можна віднести: інтеграція з існуючими SCADA-системами та можливість кастомізації під специфіку пекарні (наприклад, безглютенова продукція).

Висновки. Інтелектуальна модель знизил витрати на сировину та відходи на 8.5%. Подальший розвиток: підключення даних з RFID-міток для відстеження логістики сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Wang, L. Smart Manufacturing in the Baking Industry". IEEE IoT Journal, 2022. P. 36-48.
2. Руденко О. Штучний інтелект у харчовій промисловості. Київ: Винаходи, 2023. 124 с.

Олександр СКІРДЕНКО

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

1 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: **Марина МЯСТКОВСЬКА**

кандидат педагогічних наук

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РИНОК ПРАЦІ

У дослідженні проаналізовано впливу штучного інтелекту на український ринок праці: витіснення рутинних професій (виробництво, логістика) та зростання попиту на AI-фахівців. Визначено ключові виклики: необхідність перекваліфікації 50% працівників до 2030 року, етичні ризики алгоритмів, глобальна конкуренція. Також були запропоновані рекомендації для адаптації.

Ключові слова: штучний інтелект, ринок праці, автоматизація, трансформація зайнятості, перекваліфікація.

Актуальність теми. Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) зумовлює глибокі структурні зміни у глобальній економіці, зокрема на ринку праці. За оцінками McKinsey Global Institute, до 2030 року може бути автоматизовано до 300 млн робочих місць, що актуалізує питання адаптації працівників до нових умов [8]. В Україні ці процеси відбуваються на тлі недостатньої готовності освітньої системи та бізнесу до технологічних викликів, що потребує комплексного аналізу та стратегічного планування [5].

Мета публікації. Дослідити вплив ШІ на структуру зайнятості, визначити ключові виклики та можливості для українського ринку праці, а також розробити рекомендації щодо мінімізації негативних наслідків автоматизації.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Трансформація професійного ландшафту. ШІ призводить до витіснення рутинних та алгоритмізованих професій. Наприклад, у промисловості та логістиці автоматизація зменшує попит на операторів машин, водіїв вантажівок [4]. Одночасно з'являються нові професії: інженери машинного навчання, аналітики даних, консультанти з етики ШІ [9]. За даними Світового економічного форуму, до 2025 року 97 млн нових робочих місць виникнуть у сферах, пов'язаних із технологіями [3].

Вплив на український ринок праці. В Україні найбільш уразливими є галузі з високим рівнем рутини: виробництво, адміністративна робота, логістика [4]. Проте розвиток ІТ-сектору створює попит на фахівців зі ШІ. Згідно з даними платформи Djinni.co, кількість вакансій у сфері машинного навчання зросла на 40% за 2024 рік [5]. Ключовою проблемою залишається дисбаланс між пропозицією освітніх програм та потребами ринку [8].

Виклики для працівників та роботодавців.

- Необхідність перекваліфікації. До 2030 року 50% працівників потребуватимуть додаткової підготовки для роботи зі ШІ [3].
- Етичні аспекти. Використання алгоритмів для оцінки персоналу чи прийняття рішень потребує регуляції для запобігання дискримінації [5, 7].
- Глобалізація конкуренції. Віддалена робота та гіг-економіка збільшують конкуренцію з фахівцями з інших країн [7].

Рекомендації для адаптації.

- Реформа освітньої системи. Впровадження програм з AI/ML (Artificial Intelligence/Machine Learning) у вищих навчальних закладах та підтримка онлайн-курсів для дорослих [3, 8].
- Створення державних програм перепідготовки. Наприклад, субсидовані навчальні програми для працівників зі зникаючих професій [3].
- Співпраця з міжнародними організаціями. Участь у європейських ініціативах з цифрової трансформації для обміну досвідом [8].
- Розвиток соціального захисту. Впровадження пільг для тих, хто тимчасово втратив роботу через автоматизацію [3].

Висновки. Вплив ІІІ на ринок праці є двоїстим: з одного боку, він зумовлює зникнення традиційних професій, з іншого — відкриває нові можливості для інновацій. Для України критично важливими є інвестиції в освіту, адаптація трудового законодавства до технологічних змін та забезпечення соціального захисту працівників. Успіх адаптації залежатиме від консолідації зусиль держави, бізнесу та освітніх інституцій [3, 5, 8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Азьмук Н.А. Штучний інтелект у процесі праці у цифровій економіці: нові виклики та можливості. Економічний вісник Донбасу, 2019. №3. С. 137-145. URL: <https://www.academia.edu/41491125>.
2. Антонов В. Штучний інтелект як рушій трансформаційного розвитку ринку праці. Конференція КІП, 2023. URL: <https://conf-keip.kpi.ua/article/view/294520>.
3. Антонов В. Штучний інтелект як рушій трансформаційного розвитку ринку праці. Конференція КІП, 2023. URL: <https://conf-keip.kpi.ua/article/view/294520>.
4. Вплив штучного інтелекту на ринок праці в Україні. Finway, 2024. URL: <https://finway.com.ua/yak-shtuchnyj-intelekt-zminyuye-rynok/>.
5. Вплив штучного інтелекту на ринок праці в Україні. Сутність. 2024. URL: <https://sutnist.com/blog/how-ai-affect-jobs/>.
6. Вплив штучного інтелекту на ринок праці Європи та світу. UP-STUDY. 2024. URL: <https://up-study.ua/uk/posts/vpliv-shtuchnogo-intelektu-na-rinok-pratsi-evropi-ta-svitu>.
7. Лігоненко Л., Наумов І. Вплив штучного інтелекту на персонал бізнес-організацій. Економіка та суспільство. 2024. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4407>.
8. Россомеха І.Д., Кириленко О.М., Борисюк А.В. Вплив штучного інтелекту на ринок праці у світі та в Україні зокрема. Економіка. Фінанси. Право. 2024. №2. URL: <http://efp.in.ua/uk/journal-article/1261>.

9. Як штучний інтелект змінює ринок праці: нові можливості та виклики.

Освіта.ua. 2025. URL: <https://www.education.ua/blog/49313/>.

Леонід СМОТРИКОВСЬКИЙ

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

3 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: **Марина МЯСТКОВСЬКА**

кандидат педагогічних наук

СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ЗАСОБАМИ FLUTTER/DART З ІНТЕГРАЦІЄЮ БАЗИ ДАНИХ, СТВОРЕНОЇ НА ПЛАТФОРМІ FIREBASE

У роботі розглянуто процес створення мобільного медичного додатку з використанням Flutter/Dart та інтеграцією бази даних Firebase для зберігання та обробки даних пацієнтів. Додаток забезпечує зручний інструмент для запису вимірів шийного відділу хребта та управління інформацією про пацієнтів.

Ключові слова: Flutter, Dart, Firebase, мобільний додаток, база даних.

Актуальність теми. Мобільні додатки все більше входять у всі сфери людського життя: перекази коштів, здійснення покупок, замовлення доставки їжі, застосунки для побутових пристроїв та інші. Основою більшості застосунків є бази даних, які зберігають і обробляють величезні обсяги інформації, забезпечуючи швидкий доступ та високий рівень безпеки. Окрім додатків, які роблять життя комфортнішим та прискорюють виконання певних задач, є застосунки професійного спрямування. Зокрема є ряд застосунків для лікарів: Praxify, My Clinic, Healow та інші, однак вони є складними та не завжди мають потрібний функціонал для окремих спеціалістів. Тому було вирішено створити додаток для лікаря-реабілітолога, який записує виміри шийного відділу хребта пацієнтів.

Метою публікації є виклад основного матеріалу дослідження створення додатку засобами Flutter/Dart з інтеграцією бази даних, створеної на платформі Firebase.

Виклад основного матеріалу дослідження. Програмна частина додатку створена за допомогою мови програмування Dart та фреймворку Flutter, що забезпечує кросплатформність, а для зберігання даних та автентифікації користувачів використовується платформа Firebase, зокрема її сервіси Firebase Auth (для автентифікації користувачів) та Cloud Firestore (база даних).

Перед початком розробки застосунку було створено базу даних для можливості використання назв колекцій, документів та полів у програмному коді. Для цього спочатку було визначено дані, які потрібно зберігати, та структуру їх зберігання. Оскільки база даних розроблялася для зручності ведення пацієнтів лікарем, то для реєстрації було обрано лише потрібні дані.

Структура бази даних з полями, документами та колекціями у сервісі Cloud Firestore має наступний вигляд:

users (колекція з документами лікарів)

- └─ {userId} (документ)
 - └─ Name (Ім'я лікаря)
 - └─ Surname (Прізвище лікаря)
 - └─ Middle name (По батькові лікаря)
 - └─ Email (Електронна адреса лікаря)
 - └─ patients (підколекція)
 - └─ {patientId} (документ)
 - └─ Surname (Прізвище пацієнта)
 - └─ Name (Ім'я пацієнта)
 - └─ Middle name (По батькові пацієнта)
 - └─ Birth date (Дата народження пацієнта)
 - └─ Sex (Стать пацієнта: "чоловік", "жінка")
 - └─ Address (Адреса проживання)
 - └─ Phone number (Номер телефону пацієнта)
 - └─ measurements (підколекція)
 - └─ {measurementId} (документ)
 - └─ Date (Дата вимірювання)
 - └─ Down (Кут нахилу вниз)

						— Up (Кут підняття вгору)
						— Left (Кут нахилу вліво)
						— Right (Кут нахилу вправо)
						— Turn left (Кут повороту вліво)
						— Turn right (Кут повороту вправо)

Також для безпеки даних та забезпечення авторизованого доступу налаштовувалися правила доступу для користувачів (лікарів).

Для роботи з даними лікарів та пацієнтів додаток має функції: реєстрація лікаря з використанням електронної адреси; вхід в обліковий запис; вихід з облікового запису; зміна даних лікаря; видалення облікового запису лікаря; зміна паролю користувача; створення картки пацієнта; зміна даних пацієнта; видалення картки пацієнта; додавання вимірів; зміна вимірів; видалення вимірів.

У програмному коді для реалізації вище переліченого функціоналу були використані спеціальні функції з пакетів `firebase_core`, `firebase_auth` та `cloud_firestore` для роботи з Firebase.

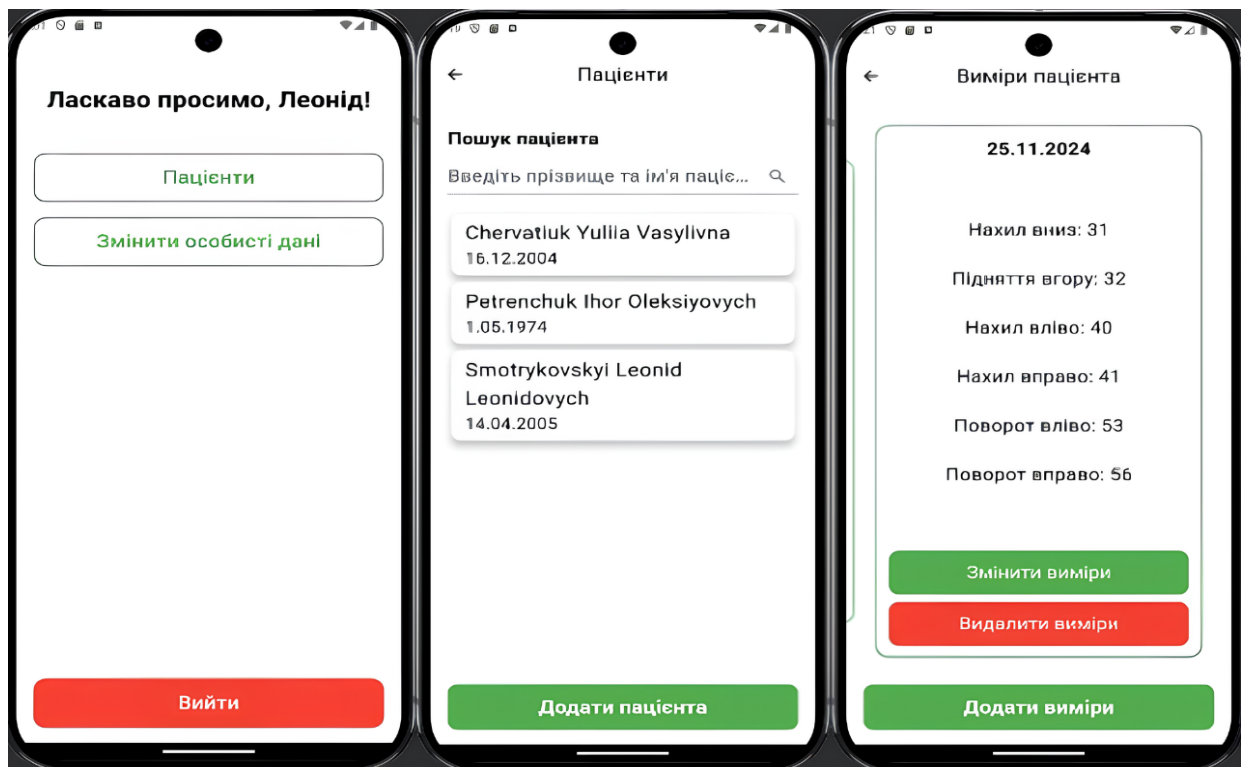


Рис. 1. Зовнішній вигляд інтерфейсу додатку

Висновки. Результати цього дослідження можуть стати основою для розробки аналогічних додатків для інших лікарів або ж створення подібного

додатка для пацієнтів, де вони зможуть переглядати список своїх лікарів та історію всіх своїх хвороб. Адже зручність використання та швидкий доступ до інформації про здоров'я є ключовими факторами у виборі таких додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Add Firebase to your Flutter app. URL:
<https://firebase.google.com/docs/flutter/setup?platform=android>
2. Firebase як бекенд для будь-яких застосунків, та як використовувати Firebase-сервіси. URL: <https://dou.ua/forums/topic/44058/>
3. Flutter documentation. URL:
https://docs.flutter.dev/?_gl=1*1u5gm8s*_ga*MTM5NzQ5MjIxNi4xNzMxNzg4NTM2*_ga_04YGWK0175*MTczMTc5NjkwOS4yLjEuMTczMTc5NzUwMy4wLjAuMA
4. Start building Flutter Android apps on Windows. URL:
<https://docs.flutter.dev/get-started/install/windows/mobile>
5. What is Dart Programming. URL:
<https://www.javatpoint.com/flutter-dart-programming>
6. Розробка додатків на фреймворку Flutter. URL:
<https://avada-media.ua/services/flutter/>
7. Насонова Т.І. Пацієнт із болем у шийі в практиці сімейного лікаря, або Що таке комп'ютерна шия. Медична газета «Здоров'я України 21 сторіччя» №11-12 (504-505), 2021 р. URL:
<https://health-ua.com/neurology/bolyovi-sindromi/66325-patent-zbolem-ushi-vp-raktitc-smejnego-lkarya-abo-sho-take-kompyuterna-shiya>

Юрій СТЕФУРА

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

ГРАФОВІ МЕТОДИ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЧАСУ ДОСТАВКИ У МАЛИХ МІСТАХ

У роботі розглядається застосування графових методів для оптимізації маршрутів доставки в малих містах з метою мінімізації часу перевезення.

Ключові слова: графові методи, оптимізація маршрутів, мінімізація часу доставки, малі міста.

Актуальність теми. Мінімізація часу доставки в малих містах є критично важливою для підвищення ефективності логістичних процесів та задоволення потреб споживачів. Використання графових методів дозволяє оптимізувати маршрутизацію та зменшити витрати часу на доставку [1; 2].

Мета публікації. Дослідити застосування графових методів для оптимізації маршрутів доставки в умовах малих міст з метою мінімізації часу перевезення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Графові методи широко використовуються для вирішення задач маршрутизації, зокрема, задачі комівояжера та транспортної задачі [3]. Вони дозволяють моделювати транспортну мережу у вигляді графа, де вершини представляють пункти доставки, а ребра – можливі шляхи між ними з відповідними вагами, що відображають час або відстань.

Одним із ключових підходів є використання алгоритмів пошуку найкоротшого шляху, таких як алгоритм Дейкстри або алгоритм Флойда-Варшалла [3]. Ці алгоритми дозволяють визначити оптимальні маршрути між пунктами доставки, враховуючи різні фактори, включаючи стан доріг та інтенсивність трафіку. Застосування цих методів сприяє зменшенню часу доставки та підвищенню ефективності логістичних процесів [3].

Крім того, методи кластеризації можуть бути використані для групування замовлень, що знаходяться близько одне до одного, що дозволяє зменшити кількість поїздок та оптимізувати використання транспорту [4]. Це особливо актуально для малих міст, де обсяги замовлень можуть бути меншими, але географічна розпорошеність залишається значною.

Використання сучасних інформаційних технологій, таких як GPS-навігація та системи управління транспортом, дозволяє в реальному часі відстежувати місцезнаходження транспортних засобів та оперативно коригувати маршрути [5]. Це сприяє підвищенню точності та швидкості доставки, а також зменшенню витрат на паливо та обслуговування транспорту [5].

Дослідження показують, що впровадження графових методів та сучасних технологій у процес планування маршрутів може призвести до значного скорочення часу доставки та підвищення задоволеності клієнтів [3; 5]. Наприклад, оптимізація маршрутів з урахуванням часових вікон доставки та пріоритетності замовлень дозволяє більш ефективно використовувати ресурси та уникати запізнень [5].

Використання графових методів у малих містах потребує врахування специфіки місцевої інфраструктури. Наприклад, вузькі вулиці або обмеження руху можуть вимагати адаптації стандартних алгоритмів для забезпечення їхньої ефективності [2]. Крім того, інтеграція даних про реальний стан доріг та прогнозування трафіку може покращити точність побудови маршрутів [3].

Важливим аспектом є також навчання персоналу та впровадження відповідного програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати процеси планування та моніторингу маршрутів. Це сприяє зменшенню людського фактора та підвищенню точності виконання логістичних операцій [4].

Висновки. Застосування графових методів у плануванні маршрутів доставки в малих містах дозволяє суттєво зменшити час перевезення, оптимізувати логістичні процеси та підвищити рівень обслуговування клієнтів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на адаптацію цих методів до

специфічних умов малих міст та інтеграцію з сучасними інформаційними технологіями для реального часу моніторингу та коригування маршрутів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Маршрутизація в дії: Оптимізація маршрутів для зменшення витрат [Електронний ресурс]. URL: <https://fulfillment-rating.com/marshrutyzacziya-v-diyi-optymizacziya-marshrutiv-dl-ya-zmenshennya-vytrat/> (дата звернення: 23.03.2025).

2. Ефективне планування маршрутів для перевезення вантажів [Електронний ресурс]. URL: <https://don-trans.com/efektyvne-planuvannya-marshrutiv-dlya-perevezennya-vantazhiv/> (дата звернення: 24.03.2025).

3. Сутність транспортних задач та методи їх вирішення [Електронний ресурс]. URL: https://pidru4niki.com/12560607/ekonomika/sutnist_transportnih_zadach_metodi_v_irishennya (дата звернення: 26.03.2025).

4. 5 способів оптимізувати маршрути доставки для кращої ефективності [Електронний ресурс]. URL: <https://zeorouteplanner.com/uk/оптимізувати-маршрути-доставки/> (дата звернення: 18.03.2025).

5. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці [Електронний ресурс]. URL: https://www.easterneurope-ebm.in.ua/journal/38_2023/16.pdf (дата звернення: 15.03.2025).

Роман СТОЛЯР

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
3 року навчання спеціальність 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Володимир ФЕДОРЧУК**

доктор технічних наук, професор

РОЗРОБКА WEB-РЕСУРСУ ТА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ НЕРУХОМОГО МАЙНА

У тезах висвітлено процес розробки web-ресурсу та мобільного додатку, призначених для інформаційної підтримки обслуговування нерухомого майна. Описано основні етапи роботи: аналіз існуючих рішень, створення серверної логіки на базі MongoDB, розробку фронтенд-частини за допомогою Angular та реалізацію мобільного додатку. Особливу увагу приділено оптимізації механізмів обробки заявок, що сприяє підвищенню ефективності управління обслуговуванням. На поточному етапі проєкт перебуває у процесі розробки, а проміжні результати вказують на перспективність підходу щодо скорочення часу обробки запитів і покращення користувацького досвіду.

Ключові слова: web-ресурс, мобільний додаток, Angular, MongoDB, обслуговування нерухомого майна.

Актуальність теми. Сучасні технології значно спрощують управління нерухомістю, проте традиційні методи організації процесів обслуговування часто є ресурсозатратними та неефективними. Впровадження web-ресурсу та мобільного додатку дозволяє автоматизувати процеси обліку, обслуговування та планування, що сприяє підвищенню ефективності управління нерухомим майном.

Мета дослідження. Метою роботи є розробка інтегрованого web-ресурсу та мобільного додатку для оптимізації процесів обслуговування нерухомості. Використання Angular для фронтенду та MongoDB для зберігання даних дозволяє забезпечити зручність взаємодії та гнучкість системи.

Основний зміст дослідження. Ефективне управління процесами обслуговування нерухомості є важливим завданням для власників, орендарів та управляючих компаній. У роботі представлено підхід до створення інтегрованої платформи, що автоматизує ключові процеси комунікації, планування та звітності.

Опис системи та використовуваних технологій. Розроблювана система включає web-ресурс на базі Angular та мобільний додаток, що взаємодіють через спільний серверний API. Дані зберігаються в MongoDB, що дозволяє обробляти інформацію про об'єкти нерухомості, заявки на обслуговування, їхні статуси та взаємодію користувачів. Архітектура передбачає розподілене зберігання даних і використання сучасних веб-технологій для швидкої та ефективної роботи.

Розробка вебінтерфейсу. Інтерфейс спроектовано з урахуванням принципів UX/UI дизайну. Завдяки Angular реалізовано динамічні компоненти та адаптивний дизайн, що забезпечує зручність використання як на настільних, так і на мобільних пристроях. Основний акцент зроблено на спрощеному доступі до інформації та інтеграції функцій швидкого управління заявками.

Серверна логіка та інтеграція з MongoDB. Серверна частина базується на Node.js у поєднанні з MongoDB для ефективного зберігання та обробки даних. Реалізовано механізми автоматичного оновлення інформації, обробки заявок та формування звітів. Використання MongoDB дозволяє забезпечити швидкий доступ до даних та мінімізувати затримки при виконанні запитів.

Тестування та оптимізація. На поточному етапі тестується працездатність усіх компонентів системи, включно з коректністю обміну даними між веб-інтерфейсом, мобільним додатком і сервером. Проводиться виявлення та виправлення критичних помилок, оптимізація запитів до бази даних та покращення взаємодії між клієнтською та серверною частинами.

Висновки. Розробка web-ресурсу та мобільного додатку перебуває у процесі тестування та вдосконалення. Інтегрована система покликана забезпечити автоматизацію обліку заявок, контроль виконання робіт та підвищити ефективність управління нерухомістю. Подальший розвиток передбачає розширення функціоналу, інтеграцію з іншими сервісами та застосування технологій штучного інтелекту для прогнозування необхідності технічного обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Angular. «Angular Documentation». URL: <https://angular.io/docs>

2. MongoDB. «MongoDB Developer Documentation». URL: <https://www.mongodb.com/docs>
3. MDN Web Docs. «HTML: HyperText Markup Language». URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>
4. MDN Web Docs. «CSS: Cascading Style Sheets». URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>

Юлія СУРЖЕНКО

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КУРСАМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ТА КЕРІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ

У роботі розглядається ефективність управління даними учасників курсів підвищення кваліфікації задля забезпечення автоматизації генерації сертифікатів.

Ключові слова: генерація сертифікатів, автоматизація процесу, архітектура системи, завантаження та обробка файлів Word та Excel, програми курсів.

Актуальність теми. Зростає потреба в ефективному управлінні курсами підвищення кваліфікації педагогічних працівників для мінімізації залученості людського ресурсу. Поточний процес сертифікації залишається трудомістким, вимагаючи значних адміністративних ресурсів. Відсутність централізованої системи управління сертифікацією, обробка даних про програми підвищення кваліфікації та їх учасників вручну, а також нестандартизована структура документів курсів створюють значні труднощі. Автоматизація цього процесу дозволить підвищити ефективність роботи центру підвищення кваліфікацій, мінімізувати помилки та забезпечити якісний контроль за сертифікацією.

Мета публікації. Метою дослідження є розробка та впровадження автоматизованої системи управління курсами підвищення кваліфікації педагогічних працівників. Основні завдання включають аналіз існуючого процесу генерації сертифікатів, пошук варіантів його автоматизації, розробку архітектури системи, реалізацію механізмів завантаження та обробки списків учасників, а також забезпечення безпеки та масштабованості системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. В ході роботи було розроблено архітектуру автоматизованої системи, що включає: бекенд (Node.js + MySQL для збереження та обробки даних), фронтенд (React + TypeScript для взаємодії користувачів із системою), систему авторизації для контролю доступу.

Основний функціонал системи включає в себе такі пункти:

1. Завантаження списків учасників у форматі Excel та шаблону сертифіката у форматі Word.
2. Управління програмами курсів, що дозволяє додавати назву програми та очікувані результати навчання.
3. Згідно з даними, отриманими з Excel-таблиці з учасниками, відбувається їх прив'язка до курсів для підготовки усіх даних для автоматичного формування сертифікатів.
4. Обробка шаблонів сертифікатів у форматі Word, їх автоматична генерація, архівування та завантаження щойно згенерованих сертифікатів у Zip-форматі.

В ході розробки також було виявлено ряд проблем: помилки в збереженні кириличних назв файлів, хешування пароллю, відсутність єдиного шаблону для формування програм курсів (звідси проблема із виділенням конкретної частини інформації з файлу програми при його обробці).

Висновки. Запропоноване рішення дозволяє автоматизувати процеси генерації сертифікатів, що зменшує навантаження на адміністративний персонал. Подальший розвиток системи включає впровадження API для

автоматичної взаємодії з освітянами та можливість електронної реєстрації та розширення функціональності з автоматизації управління курсами підвищення кваліфікації педагогічних працівників та керівників закладів освіти.

Богдан ТКАЧУК

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання, спеціальність 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Олена СМАЛЬКО

кандидат педагогічних наук, доцент

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЮ ПЛАТФОРМУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

У роботі описується проєкт освітньої платформи, яка поєднує класичні методи навчання з інтелектуальними механізмами на основі штучного інтелекту. Окреслюються її основні функціональні можливості, що включають інтерактивного ШІ-асистента, засоби гейміфікації навчального процесу та інноваційні техніки для реалізації адаптивного навчання. Платформа спрямована на підвищення ефективності самостійного вивчення англійської мови через персоналізовані підходи, миттєвий зворотний зв'язок за допомогою ШІ-технологій та ігрових мотиваційних механік.

Ключові слова: *штучний інтелект, персоналізоване навчання, освітня платформа, адаптивне навчання, гейміфікація.*

Актуальність теми. Сучасні технології, зокрема штучний інтелект (ШІ), значно трансформують підходи до вивчення іноземних мов. Традиційні методи навчання, хоча й ефективні, але досить часто не враховують індивідуальні потреби дітей і дорослих, а також їхні різні стилі навчання. Зі збільшенням доступу до цифрових технологій виникає необхідність інтеграції інтелектуальних систем у навчальний процес, щоб зробити його більш адаптивним і персоналізованим. Одним із найперспективніших напрямків його вдосконалення є використання ШІ для створення інтерактивних динамічних навчальних середовищ, де система сама коригує методи і темпи навчання відповідно до рівня знань учнів і студентів.

У роботі описується проєкт освітньої платформи, в якій реалізується новітня методика, що спирається на використання різноманітних інованійних підходів [1-2], що сприяють адаптації навчальних стратегій під кожного

користувача з метою отримання гнучкого та інтуїтивно зрозумілого досвіду вивчення англійської мови.

Мета публікації. Мета роботи — описати розроблюваний проект освітньої платформи з механізмами, що втілюють найсучасніші методологічні підходи до вивчення англійської мови шляхом впровадження інтелектуальних механізмів на основі ШІ, які адаптуються до індивідуальних потреб користувачів та сприяють ефективному освоєнню мови.

Виклад основного матеріалу дослідження. У межах кваліфікаційної роботи магістра розробляється освітня платформа для персоналізованого вивчення англійської мови, яка поєднує класичні принципи навчання з можливостями ШІ. Користувач отримує інструмент, який дозволяє не просто вивчати слова чи правила, а взаємодіяти з системою в реальному часі, отримуючи зворотний зв'язок, пояснення, рекомендації та підтримку у різних форматах — текстовому, голосовому, інтерактивному.

Для реалізації ШІ використано дві мовні моделі — OpenAI GPT-4 через API та локально розгорнуту LLaMA. Обидві моделі налаштовано на роботу у навчальному контексті: їм задано чіткі інструкції щодо ролі асистента у вивченні англійської мови. Модель GPT-4 використовується як основа для діалогового спілкування, генерації пояснень, рекомендацій, прикладів та адаптивних вправ. Вона здатна аналізувати відповіді користувача, знаходити помилки (граматичні, лексичні, стилістичні) та пояснювати, як і чому їх треба виправити. Контекст спілкування формується динамічно: на основі визначеного рівня користувача, його попередніх відповідей, тем навчання та прогресу.

Модель LLaMA використовується для локальної обробки і швидкого аналізу введених даних, наприклад, для генерації мікротестів або для швидкої перевірки граматичних конструкцій без затримок, які можуть виникати при роботі з зовнішніми API. Це дозволяє поєднати гнучкість великих хмарних моделей із швидкодією та стабільністю локальної обробки. Обидві моделі працюють у комплексі: один модуль відповідає за генерацію навчального контенту, інший — за глибший аналіз і перевірку знань користувача.

З технічного точки зору платформа реалізована на стеку Java + Spring Boot для серверної частини, що обробляє запити, взаємодіє з API та керує сесіями користувачів. Вебінтерфейс створено за допомогою React. Усі компоненти взаємодіють через REST API та WebSocket, що забезпечує інтерактивну роботу без затримок. Планується реалізувати підтримку голосової взаємодії у вебверсії платформи. Для цього буде використано інтерфейс Web Speech API, який забезпечить розпізнавання мовлення у реальному часі без потреби у сторонніх програмних засобах. Також розглядається можливість інтеграції моделі Whisper від OpenAI для точнішої обробки голосових повідомлень. Це дасть змогу користувачам тренувати навички усного мовлення, спілкуючись із системою у голосовому форматі.

Реалізовано наступні функціональні можливості ШІ-помічника: переписка з аналізом відповідей, сприяння вивченню нових слів і граматики, генерація тестів та інтерактивних завдань, контекстна підтримка користувача, голосовий чат. ШІ-помічник здатен підлаштовуватися під користувача: якщо той часто робить однакові помилки, система починає пропонувати додаткові пояснення саме з цих тем. Також створюються картки зі словами, які користувач часто неправильно вживає, з прикладами речень, вимовою та тестами. Завдяки цій адаптивності, платформа працює як особистий репетитор, що «знає» сильні та слабкі сторони учня/студента і поступово покращує їх, використовуючи аналіз попередньої активності.

Вбачається, що поєднання відкритих моделей (OpenAI) і локальної обробки (LLaMA) дозволить створити ефективну та масштабовану систему, орієнтовану на сучасні потреби у вивченні англійської мови. Такий підхід забезпечує не лише персоналізацію навчання, а й інтуїтивний користувацький досвід, що сприяє залученню й утриманню мотивації до вивчення мови.

Оцінюючи новизну і високотехнологічність реалізованих підходів, варто акцентувати на важливих властивостях створюваної освітньої платформи: *адаптивність навчання* (система враховує індивідуальні знання та темп навчального прогресу кожного користувача, це дозволяє максимально персоналізувати навчальний процес), *гнучкість у використанні* (платформа

підтримує різноманітні сценарії навчання: переписку, виконання вправ, тестування, що дає можливість обирати найбільш зручний формат для кожного етапу навчання), *інтерактивний підхід* (на додаток до стандартних тестових завдань ШІ-чат активно залучає користувача до живого спілкування, що сприяє більш ефективному та природному засвоєнню англійської мови).

Висновки. Запропонований підхід до реалізації освітньої платформи значно підвищить ефективність та персоналізацію процесу вивчення англійської мови. Використання ШІ сприятиме зануренню користувачів у мовне середовище, це дозволить покращити їхні навички та пришвидшить досягнення високого рівня володіння мовою. Також планується розширення функціоналу, зокрема через додавання голосового асистента та інтеграцію з іншими освітніми платформами для створення більш комплексної навчальної екосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Raisspour N. The role of AI and adaptive learning in transforming english teaching methods. 2024. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4968283 (date of access: 06.04.2025).
2. Qin L., Zhong W. Adaptive system of english-speaking learning based on artificial intelligence. Journal of Education and Science, 2024. URL: <https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/2637/2138> (date of access: 06.04.2025).

Юлія ЧЕРВАТЮК

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
3 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Марина МЯСТКОВСЬКА**

кандидат педагогічних наук

СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛУ РОБОТИ З БАЗОЮ ДАНИХ РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО КАБІНЕТУ

У тезах розглянуто створення функціоналу роботи з базою даних

реабілітаційного кабінету. Описано структуру таблиць бази даних та функції для додавання, зміни та виведення інформації про лікарів, пацієнтів та процеси реабілітації. Розроблена база даних дозволяє ефективно вести облік та керувати інформацією в реабілітаційних центрах.

Ключові слова: база даних, реабілітаційний кабінет, функціонал, автоматизація обліку, процес реабілітації, rhrMyAdmin.

Актуальність теми. У сучасному світі існує багато сфер діяльності людини, проте є одна, яка завжди буде на першому місці, – це медицина. Людина може прожити без багатьох матеріальних речей, але у кожного з часом можуть виникнути певні проблеми зі здоров'ям, що потребують звернення у лікарню. Але є захворювання для яких необхідно втручання лікарів іншого профілю, а саме – лікарів-реабілітологів, які працюють у реабілітаційних центрах.

При правильно створеній базі даних кожен центр зможе вести облік лікарів та пацієнтів, а також зберігати інформацію про всі пройдені реабілітації та їх результати. Це в свою чергу може покращити та пришвидшити одужання пацієнтів.

Метою публікації є виклад основного матеріалу дослідження щодо створення функціоналу роботи з базою даних реабілітаційного кабінету.

Виклад основного матеріалу дослідження. При створенні бази даних будуть реалізовані наступні таблиці з полями:

- «Лікарі»: прізвище, ім'я, по батькові, спеціалізація, номер телефону, графік роботи від понеділка до п'ятниці;
- «Пацієнти»: прізвище, ім'я, по батькові, стать, дата народження, країна, область, район, місто або село, адреса, номер телефону, опис захворювання;
- «Реабілітації»: назва, опис, тривалість, ціна;

- «Реабілітаційний процес»: ідентифікатор ID пацієнта, який створюється автоматично у таблиці «Пацієнти», ідентифікатор ID лікаря, який створюється автоматично у таблиці «Лікарі», ідентифікатор ID реабілітації, який створюється автоматично у таблиці «Реабілітації», стан до реабілітації, стан після реабілітації, дата початку реабілітації, дата завершення реабілітації.

Для роботи з даними будуть створені наступні функції (процедури):

1. Додавання лікаря. Для того, щоб додати нового лікаря, потрібно заповнити поля: Прізвище, Ім'я, По батькові, Спеціалізація, Номер телефону, Понеділок, Вівторок, Середа, Четвер, П'ятниця.

Ім'я	Тип	Функція	Значення
Прізвище	VARCHAR		
Ім'я	VARCHAR		
По батькові	VARCHAR		
Спеціалізація	VARCHAR		
Номер телефону	VARCHAR		
Понеділок	VARCHAR		
Вівторок	VARCHAR		
Середа	VARCHAR		
Четвер	VARCHAR		
П'ятниця	VARCHAR		

Рис. 1. Вигляд вікна процедури Додати Лікаря

2. Додавання пацієнта. Для того, щоб додати нового пацієнта, потрібно заповнити поля: Прізвище, Ім'я, По батькові, Стать, Дата народження, Країна, Область, Район, Місто/Село, Адреса, Номер телефону, Опис захворювання.

3. Додавання реабілітації. Для того, щоб додати нову реабілітацію, потрібно заповнити поля: Назва реабілітації, Опис, Тривалість, Ціна.

4. Додати процес реабілітації. Для того, щоб додати новий процес реабілітації, потрібно заповнити поля: Прізвище пацієнта, Ім'я пацієнта, По батькові пацієнта, Прізвище лікаря, Ім'я лікаря, По батькові лікаря, Назва

реабілітації, Стан до реабілітації, Стан після реабілітації, Дата початку, Дата завершення.

5. Зміна даних лікаря. Для того, щоб змінити дані лікаря потрібно ввести його Прізвище, Ім'я, По Батькові, а в поля, які треба змінити, ввести нові дані.

Ім'я	Тип	Функція	Значення
Прізвище	VARCHAR		
Ім'я	VARCHAR		
По батькові	VARCHAR		
Спеціалізація	VARCHAR		
Номер телефону	VARCHAR		

Рис. 2. Вигляд вікна процедури ЗмінитиДаніЛікаря

6. Зміна даних пацієнта. Для того, щоб змінити дані пацієнта потрібно ввести його Прізвище, Ім'я, По Батькові, а в поля, які треба змінити, ввести нові дані.

7. Зміна розкладу лікаря. Для того, щоб змінити розклад лікаря потрібно ввести Прізвище, Ім'я, По Батькові, а в поля, які треба змінити, ввести нові дані.

8. Зміна даних про реабілітацію. Для того, щоб змінити дані про реабілітацію, потрібно ввести її назву, а в поля, які треба змінити, ввести нові дані.

9. Зміна даних про процес реабілітації. Зміна даних про процес реабілітації аналогічна до попередніх. Проте пошук рядка для зміни відбувається за Прізвищем, Іменем та По Батькові пацієнта, Назвою Реабілітації та Датою початку реабілітації. Це пов'язано з тим, що саме ці дані є унікальними, адже пацієнт не може почати одну і ту ж реабілітацію більше одного разу у той самий день.

10. Виведення розкладу лікаря. Для того, щоб вивести розклад лікаря потрібно ввести Прізвище, Ім'я, По Батькові лікаря.

11. Виведення процесів реабілітації за параметрами. Виведення процесів

відбувається за трьома параметрами: пацієнт, лікар та реабілітація. Працювати процедура буде при вказанні одного, двох чи всіх параметрів.

12. Виведення процесів реабілітації на даний момент за параметрами. Процедура аналогічна до попередньої, але виводить лише реабілітації, які відбуваються на даний момент.

Виконати порядок "ВивестиПроцесРеабілітаціїНаДанийМомент"

Параметри порядку

Ім'я	Тип	Функція	Значення
Прізвище пацієнта	VARCHAR		
Ім'я пацієнта	VARCHAR		
По батькові пацієнта	VARCHAR		
Прізвище лікаря	VARCHAR		Клименко
Ім'я лікаря	VARCHAR		Артем
По батькові лікаря	VARCHAR		Артемович
Назва реабілітації	VARCHAR		Когнітивна реабілітаційна

Виконати Закрити

Рис. 3. Вигляд вікна процедури ВивестиПроцесРеабілітаціїНаДанийМомент

Результати виконання порядку "ВивестиПроцесРеабілітаціїНаДанийМомент"

ID	ПацієнтПрізвище	ПацієнтІм'я	ПацієнтПоБатькові	ЛікарПрізвище	ЛікарІм'я	ЛікарПоБатькові	НазваРеабілітації	СтанДоРеабілітації	СтанПісляРеабілітації	ДатаПочатку	ДатаЗавершення
22	Степовий	Ярослав	Мирославович	Клименко	Артем	Артемович	Когнітивна реабілітаційна терапія	Задішка, швидка втомлюваність, слабкість, аритмія, підвищений рівень холестерину, глюкози в крові	Задішка значно зменшилася	2024-11-18	2024-11-30

Рис. 4. Результат виконання процедури ВивестиПроцесРеабілітаціїНаДанийМомент

Висновки. Таким чином, ми успішно розгорнули базу даних реабілітаційного кабінету в середовищі phpMyAdmin та реалізували необхідні процедури для ефективного управління даними. На наступних етапах роботи основна увага буде зосереджена на оптимізації SQL-запитів, покращенні механізмів забезпечення цілісності даних та підвищенні загальної продуктивності бази даних для її стабільного та швидкого функціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Клініка реабілітації Олександрова. URL: <https://olexandrova.com.ua/>
2. Ласкаво просимо до phpMyAdmin документації. URL: <https://docs.phpmyadmin.net/uk/latest/>

3. Поняття бази даних і систем керування базами даних, їх призначення. URL: <https://www.miyklas.com.ua/p/informatica/10-klas/sistemi-keruvannia-bazami-danikh-326161/skbd-reliatciini-bazi-danikh-326453/re-ecb32162-0c19-4c15-bc5d-61d53b7add6b>
4. Реабілітаційний центр «Дякую». URL: <https://thankyou.org.ua/>

Олександр ШЕВЧУК

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
I року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: **Тетяна ПИЛИПЮК**

кандидат фізико-математичних наук, доцент

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧАМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Тези присвячені покращенню ефективності відстеження розкладу занять здобувачами вищої освіти в університеті шляхом використання розробленого мобільного застосунку в освітньому середовищі. Досліджено інструментальні засоби створення мобільного застосунку та описано його функціональні можливості. Також висвітлено процес збору інформації про розклад занять і даних для авторизації здобувачів у застосунку.

Ключові слова: відстеження розкладу занять, засоби розробки мобільного застосунку, Android-застосунок, розклад навчальних занять, освітній процес, тайм-менеджмент.

Актуальність теми. Стрімкий розвиток цифрових технологій та поширення мобільних пристроїв зумовлюють потребу у створенні ефективних рішень, і освітня сфера не є винятком. Важливим пріоритетом в цій сфері є процес адаптації здобувачів до освітнього процесу. Одним з основних аспектів цієї адаптації – забезпечення їх зручними інструментами для контролю власного освітнього процесу. Ключовим в контролі освітнього процесу серед здобувачів вищої освіти є відстеження розкладу занять, адже він визначає дату й час проведення теоретичного та практичного навчання, і його зазвичай коригують протягом навчального року. Тому створення інструменту, який

дозволяє ефективно відстежувати розклад занять є актуальним рішенням, що сприятиме підвищенню організованості здобувачів вищої освіти, дозволяючи їм не пропускати важливі заняття, своєчасно отримувати інформацію про розклад та покращувати навички керування часом в освітній діяльності.

Мета публікації. Описати розробку мобільного застосунку для відстеження розкладу занять здобувачами вищої освіти, дослідити й визначити основні засоби для його реалізації з метою покращення процесу відстеження розкладу в університеті.

Виклад основного матеріалу дослідження. Android є домінуючою операційною системою для мобільних пристроїв, зокрема за даними StatCounter Global Stats, вона займає значну частку ринку серед мобільних операційних систем в Україні – 70,59% [5]. Вибір мови програмування Kotlin для розробки мобільного застосунку під обрану операційну систему є обґрунтованим рішенням, враховуючи її статус офіційної мови для Android-розробки з 2019 року. Kotlin пропонує низку переваг порівняно з Java, включаючи покращену безпеку, зменшення обсягу коду, можливості функціонального програмування, а також сумісність із Java, що дає змогу легко інтегрувати її в наявні проєкти та використовувати її бібліотеки. Android Studio є офіційним середовищем розробки для Android від Google, яке забезпечує розробників широким набором інструментів для створення, тестування та налагодження застосунків. Вибір SQLite для зберігання даних у мобільному застосунку є доцільним, оскільки ця реляційна база даних не потребує сервера й функціонує як звичайний локальний файл.

Оскільки автоматизація збору даних є головною ланкою мобільного застосунку, розклад занять, факультети, академічні групи та ін. отримуватимемо через онлайн-запити до вебсервера НДІ ПІТ [3, с. 203], розробника АС «Деканат» (компонент АСУ «Вищий навчальний заклад») [1]. Для цього використовуватимемо бібліотеку OkHttp, яка забезпечить ефективну роботу з протоколом HTTP. У зв'язку з тим, що вебсервер надсилає відповідь у форматі JSON, для аналізу та обробки даних використовуватимемо класи з

пакета org.json. Щоб зручно виводити розклад на екран застосунку, потрібно виконати такі кроки:

1. Реалізувати макет для елемента списку, який міститиме інформацію про час, назву заняття, викладача, тип заняття, аудиторію та підгрупу.
2. Реалізувати макет, який відображатиме дату і статус дня (сьогодні, завтра) над кожним списком розкладу нового дня.
3. Створити модель даних, яка представляє один запис у розкладі. Також створити модель даних, що використовуватиметься для групування кількох попередніх записів за датою.
4. Створити клас адаптера для відображення даних із заголовками дат та фіксацією прокрутки до позиції розкладу, який відповідає певній даті.
5. Відобразити розклад на екрані застосунку, використавши компонент RecyclerView.

Загалом, у мобільному застосунку для відстеження розкладу занять реалізовано такий функціонал:

- авторизація здобувачів вищої освіти шляхом вибору факультету, форми навчання, курсу та академічної групи;
- показ актуального розкладу занять із фільтрувальними можливостями (відображення розкладу на вибрані дні, приховування певних занять і підгруп тощо);
- перегляд розкладу занять певного викладача та академічної групи;
- відстеження аудиторних годин (відображення загальної кількості годин і проведених занять в аудиторіях за період поточного семестру);
- інформування про події (зміни в розкладі, нагадування за 5 хвилин до початку заняття);
- доступ до перегляду власного розкладу в офлайн-режимі.

Висновки. Запропонований мобільний застосунок забезпечить здобувачів простим і ефективним інструментом для відстеження розкладу занять в закладі вищої освіти, оскільки вони зможуть отримувати актуальну інформацію про свої заняття, враховуючи вільний вибір освітніх компонентів і підгруп, а також здійснювати контроль за аудиторними годинами. Це у підсумку суттєво підвищить організаційну ефективність та покращить освітній процес здобувачів вищої освіти, роблячи їх ініціативними учасниками даного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. АС «Деканат». URL: <https://vuz.osvita.net/as-dekanat> (дата звернення: 28.02.2025).
2. Дворецький М. Л., Нездолій Ю. О., Дворецька С. В., Кандиба І. О. Розробка мобільних застосунків для OS Android : навч. посіб. Миколаїв : ЧНУ ім. П. Могили, 2021. 140 с.
3. Шевчук О. Актуальність розробки системи контролю освітнього процесу здобувачів вищої освіти. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І. Огієнка, 2024. Вип. 17. С. 201-205.
4. Шматко О. В. Аналіз методів і технологій розробки мобільних додатків для платформи Android. Частина 2 : навч. посіб. / О. В. Шматко, А. О. Поляков, В. М. Федорченко. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. 284 с.
5. Mobile Operating System Market Share Ukraine. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/ukraine/#monthly-202402-202501-bar> (дата звернення: 28.02.2025).

Руслан ЯРЕМКО

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
4 року навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки*

Науковий керівник: Віктор ЩИРБА

кандидат фізико-математичних наук, доцент

БАГАТОПОТОКОВІ МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ МАРШРУТІВ

ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ

В роботі розглядаються методи багатопотокової обробки даних для оптимізації маршрутів у транспортних та логістичних системах. Зокрема, проаналізовано ефективність використання паралельних обчислень та мурашиного алгоритму для знаходження оптимальних шляхів у графових структурах.

Ключові слова: багатопотокові алгоритми, оптимізація маршрутів, мурашиний алгоритм, паралельні обчислення, графові структури.

Актуальність теми. Оптимізація маршрутів є критично важливою задачею для багатьох сфер, включаючи логістику, транспортні перевезення та мережеві комунікації. Збільшення обсягів даних та необхідність швидкої обробки вимагають використання багатопотокових алгоритмів для ефективного знаходження найкращих рішень. Класичні методи знаходження оптимального маршруту, такі як алгоритми Дейкстри або Беллмана-Форда, працюють ефективно в статичних середовищах, проте вони можуть бути повільними при великій кількості можливих маршрутів та змінних умовах. Тому використання паралельних обчислень та еволюційних підходів, таких як мурашиний алгоритм, є перспективним напрямком досліджень.

Мета публікації – дослідити багатопотокові методи формування маршрутів, оцінити їх ефективність та розглянути можливості оптимізації шляхом використання паралельних обчислень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Багатопотокові алгоритми дозволяють значно прискорити обчислення за рахунок розподілу навантаження між кількома процесорами або ядрами одного процесора. У задачах оптимізації маршрутів використання багатопотоковості може забезпечити ефективне паралельне обчислення варіантів маршрутів, що значно знижує час виконання алгоритмів. Основними підходами є:

- Розподіл задач між потоками – кожен потік обробляє окрему частину графа або певний набір можливих шляхів.
- Асинхронне виконання обчислень – потоки можуть працювати незалежно, що дозволяє скоротити загальний час пошуку рішення.

- Використання механізмів синхронізації – координація потоків для уникнення конфліктів при доступі до загальних ресурсів.

Мурашиний алгоритм у багатопотоковій обробці. Мурашиний алгоритм є одним із найефективніших підходів до розв’язання задачі комівояжера та пошуку оптимальних маршрутів у графах. Його суть полягає в імітації поведінки мурах, які шукають найкоротший шлях між джерелом та їжею. Основні етапи алгоритму:

1. *Ініціалізація* – створення початкового графа з випадковими вагами ребер.
2. *Розміщення мурах* – кожна мураха випадковим чином вибирає початкову точку.
3. *Обхід графа* – мурахи будують маршрути, керуючись рівнем феромону на ребрах.
4. *Оновлення феромону* – найкоротші маршрути отримують підсилений рівень феромону, що збільшує ймовірність їх вибору у наступних ітераціях.
5. *Конвергенція алгоритму* – коли маршрути стабілізуються, обирається оптимальне рішення.

Для підвищення ефективності мурашиного алгоритму застосовується багатопотокова обробка, яка дозволяє одночасно запускати кілька мурах та обробляти їх маршрути паралельно.

Паралельні обчислення дозволяють значно прискорити виконання алгоритмів, особливо в задачах великої розмірності. Основні підходи до паралельної оптимізації:

- *Розпаралелювання мурах* – кожен потік обробляє певну групу мурах незалежно від інших.
- *Оптимізація оновлення феромону* – використання механізму блокувань або атомарних змінних для уникнення колізій під час оновлення феромону.

- *Динамічне балансування навантаження* – рівномірний розподіл обчислювального навантаження між потоками для максимального використання ресурсів процесора.

Порівняння ефективності. Для оцінки ефективності багатопотокових методів було проведено експериментальне тестування. Результати показали:

- Використання багатопотоковості зменшує час виконання алгоритму на **30-50%** у порівнянні з однопотоковими версіями.
- Мурашиний алгоритм у паралельному виконанні знаходить оптимальний маршрут швидше на 40% завдяки одночасному обчисленню декількох варіантів шляхів.
- Оптимізація оновлення феромону дозволяє знизити конфлікти доступу до пам'яті та покращити продуктивність обчислень.

Висновки. Використання багатопотокових методів для оптимізації маршрутів значно підвищує ефективність розрахунків та зменшує час виконання алгоритмів. Паралельне виконання мурашиного алгоритму дозволяє швидше знаходити оптимальні шляхи, зменшуючи навантаження на центральний процесор. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на адаптацію алгоритму для кластерних систем та GPU-обчислень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Доронін С. О. Паралельні обчислення та їх застосування в оптимізаційних задачах. Київ: Наукова думка, 2020. 256 с.
2. Данчук В. Д., Сватко В. В. Оптимізація пошуку шляхів по графу в динамічній задачі комівояжера методом модифікованого мурашиного алгоритму: Наукова стаття. Системні дослідження та інформаційні технології, 2012. № 2. С. 78–86.
3. Bartish M. Graph-based algorithms for route optimization. London: Academic Press, 2019. 312 p.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК
матеріалів наукової конференції
за підсумками науково-дослідної роботи
здобувачів вищої освіти
фізико-математичного факультету
у 2024-2025 н. р.

Формат 60×84/16. Гарнітура «Times New Roman»,

об'єм даних **3,32 Мб. Обл.-вид. арк. 7,99**

1,56 МБ. Обл.-вид. арк. 4,93 (або 3,75)

Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300