

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Щорічної студентської наукової конференції

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

ЧЕРНІВЦІ 11 – 12 ТРАВНЯ, 2026

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

студентської наукової конференції Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

11-14 травня 2026 року

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2026

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича
(Протокол №7 від 28 травня 2026 р.)

Упорядники:

к.ф.-м.н., доц. Олександр АРХЕЛЮК, д.ф.-м.н., проф. Юрій ГУДИМА, Ірина ДАНИЛЮК, к.т.н. Наталія ІВАНУЩАК, к.ф.-м.н. Оксана КІНЗЕРСЬКА, к.ф.-м.н., доц. Дмитро КОЗЯРСЬКИЙ, к.т.н. Максим КОЦУР, к.т.н. Олег КРУЛІКОВСЬКИЙ, к.б.н. Марія ТАЛАХ, Данієла ЧЕНКОВА, Сергій ЯНУШЕВСЬКИЙ

Тези доповідей студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (11-14 травня 2026 року). Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук. Упоряд.: к.ф.-м.н., доц. Олександр Архелюк, д.ф.-м.н., проф. Юрій Гудима, Ірина Данилюк, к.т.н. Наталія Іванущак, к.ф.-м.н. Оксана Кінзерська, к.ф.-м.н., доц. Дмитро Козярський, к.т.н. Максим Коцур, к.т.н. Олег Круліковський, к.б.н. Марія Талах, Данієла Ченкова, Сергій Янушевський. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2026. 394 с.

ISBN 978-617-8711-05-4

До збірника увійшли тези доповідей студентів навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук, підготовлені до щорічної студентської наукової конференції університету.

Молоді автори роблять спробу знайти підхід до висвітлення й обґрунтування певних наукових питань, подати своє бачення проблем.

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2026

Олександр Адамович
Наукових керівник – проф. Дуболазов О. В.

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗРОБКИ СЕРІЇ ОБКЛАДИНОК ДЛЯ КНИЖКОВОЇ КОЛЕКЦІЇ (ЄДИНА АЙДЕНТИКА, РІЗНІ ЖАНРИ)

У сучасному культурному та інформаційному просторі книжкова обкладинка виконує не лише захисну, а й комунікативну, естетичну та маркетингову функції. Саме вона формує перше враження про видання, передає його настрій, жанрову належність, візуально репрезентує зміст і водночас виступає інструментом ідентифікації книжки серед великої кількості інших видань. Особливої актуальності набуває створення серії обкладинок для книжкової колекції, де необхідно поєднати цілісність візуальної системи з індивідуальністю кожного окремого примірника.

Розробка дизайн-концепції серії обкладинок для книжкової колекції є складним проєктним завданням, що поєднує художньо-образне мислення, знання композиції, типографіки, колористики, а також розуміння технологічних аспектів поліграфічного виробництва. У такому проєкті важливо досягти балансу між єдиною айдентикою серії та потребою відобразити жанрові особливості кожної книги. Це передбачає пошук спільних графічних рішень, модульної системи побудови, єдиних принципів оформлення та одночасно варіативності в кольорі, образах, декоративних елементах чи композиційних акцентах.

Актуальність теми зумовлена зростанням ролі візуальної культури у сфері книговидання та необхідністю створення конкурентоспроможного книжкового продукту. Умови сучасного ринку вимагають від дизайнерів не лише художньої виразності, а й системного підходу до формування серійної продукції. Єдина айдентика книжкової колекції сприяє впізнаваності видавничого продукту, формує цілісний образ бренду чи серії, підсилює емоційний зв’язок із читачем і полегшує орієнтацію в межах колекції. Водночас різножанровість видань потребує гнучкої концепції, здатної адаптуватися до різних смислових, емоційних та стильових характеристик текстів.

Особливу увагу в межах дослідження слід приділити не лише художньому рішенню, а й технології виготовлення обкладинок. Вибір матеріалів, способів друку, типу паперу чи картону, ламінування, тиснення, вибіркового лакування та інших видів післядрукарської обробки безпосередньо впливає на сприйняття книжки, її тактильні властивості, довговічність і загальний рівень поліграфічної культури видання. Тому розробка серії обкладинок має здійснюватися з урахуванням не лише естетичних, а й виробничих параметрів, що забезпечують якість реалізації задуму в матеріалі.

Практична цінність цієї теми полягає у можливості створення цілісної дизайн-системи для книжкової колекції, яку можна застосовувати у видавничій практиці. Такий підхід дозволяє сформувати впізнаваний візуальний код серії, оптимізувати процес підготовки макетів до друку та забезпечити гармонійне поєднання художньої концепції з технологічними вимогами виробництва. У результаті формується не просто набір окремих обкладинок, а єдиний візуальний комплекс, у якому кожна книга зберігає власний характер, залишаючись частиною спільної системи.

Отже, розробка дизайн-концепції та технології виготовлення серії обкладинок для книжкової колекції є важливим напрямом сучасного графічного дизайну та поліграфії. Така робота поєднує мистецький підхід, проєктне мислення та технологічну обізнаність, а її результатом стає візуально цілісний, функціонально продуманий і конкурентоспроможний книжковий продукт.

Список використаних джерел

1. Валуєнко Б. В. (1992). Композиція видання: мистецтво зовнішнього оформлення книги. Київ : НМК ВО. 100 с.
2. Назаркевич М. А., Лотошинська Н. Д. (2022). Типографіка та редагування : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки. 327 с.
3. Шпак В. І. (2017). Поліграфія: книга редактора : навч. посіб. Київ : ДП «Експрес-об'ява». 336 с.
4. Даниленко В. Я. (2003). Дизайн : підручник. Харків : ХДАДМ. 320 с.
5. Денисенко Ю., Мазніченко О. В., Колесникова П. (2022). Типографіка як основа дизайну друкованих видань. *Актуальні проблеми сучасного дизайну : збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції.* Київ : КНУТД. Т. 2. С. 83–86.
6. Потрашкова Л. В. (2007). Основи композиції та дизайну : навч. посіб. Харків. 149 с.

Діана Андріоає, Михайло Мироник
Науковий керівник – доц. Солтис І.В.

ДИТЯЧИЙ ПАЗЛ-СОРТЕР З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

Швидкий розвиток індустрії дитячих товарів вимагає створення іграшок, що поєднують у собі екологічність, безпеку та високий розвиваючий потенціал. Аналіз сучасного ринку свідчить, що особливої популярності набувають вироби з картону, оскільки цей матеріал дозволяє реалізувати складні конструкторські рішення при відносно низькій собівартості та високій якості відтворення графіки.

У межах дипломної роботи було досліджено концепцію пазла-сортера «Чарівна полянка», який пропонується як ефективний інструмент для стимуляції когнітивних функцій дітей дошкільного віку. Цей виріб передбачає чоти тематичні секцій, робота з якими сприяє розвитку дрібної моторики рук через необхідність точного маніпулювання елементами, що безпосередньо впливає на формування мовленнєвих центрів. Окрім цього, процес підбору деталей за формою та змістом допомагає дитині опановувати навички логічного мислення, просторової уяви та зорової пам'яті.

Аналізуючи існуючі на сьогодні сервіси обробки графічної інформації та створення макетів, було проведено порівняння популярних інструментів, таких як CorelDraw та Affinity Designer. На сонові досліджень було обрано середовище Adobe Illustrator. Вивчення інструментів даного редактора показало, що саме векторне середовище дозволяє розробити унікальні контури пазлових замків, які забезпечують ідеальну стиковку елементів після процесу висікання. Програмні можливості Adobe Illustrator дають змогу точно налаштувати випуски під обріз та керувати колірними профілями, що гарантує відсутність дефектів на краях картонних деталей та відповідність відбитку авторському задуму. Такий підхід критично важливий для створення якісного поліграфічного продукту, що має витримувати багаторазове механічне навантаження [1].

Важливим етапом дослідження стало опрацювання нормативно-технічної бази, зокрема стандарту ДСТУ EN 71-1:2016, що регламентує фізичні та механічні властивості іграшок. Аналіз вимог цього нормативного документа на етапі векторного моделювання в Illustrator дозволяє заздалегідь розрахувати безпечні радіуси закруглення кутів та унеможливлює появу дрібних небезпечних елементів, що є критично важливим для виробів даної вікової категорії [2].

На основі аналізу існуючих поліграфічних технологій, найбільш доцільним для виготовлення лайнера було визначено метод плоского офсетного друку, що дозволяє досягти високої чіткості та насиченість кольорів [3]. Технологічна схема виробництва передбачає подальше поєднання лайнера з жорсткою основою шляхом каширування, що було обрано як оптимальний спосіб запобігання деформації картону [4]. Крім того, досліджено вплив захисного ламінування на тривалість експлуатаці а саме, що він не лише покращує естетичний вигляд, а й забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми [5].

Отже, проведений аналіз методичних складових та технологічних параметрів дозволяє створити функціональний освітній продукт, який відповідає потребам дитячої психології та галузевим стандартам.

Список використаних джерел

1. Adobe [Електронний ресурс: Веб-сайт] - Create and edit shapes in Adobe Illustrator. URL: https://helpx.adobe.com/illustrator/using/drawing-simple-lines-shapes.html
2. Екологічні вимоги до дитячої іграшки: ДСТУ EN 71-1:2016.
3. Мельников О. В. (2007). Технологія плоского офсетного друку. 2-ге вид., випр. і доп. Львів: Укр. акад. друкарства, 160 с.
4. Хавенко З. В., Гень О. С. (2020). Технологія пакувального виробництва : навч. посіб. Київ: УкрНДІСВП

Ілля Андрусик
Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ: GOOGLE CLASSROOM, GOOGLE DRIVE ТА ПЛАТФОРМА WAYGROUND

Сучасний розвиток суспільства зумовлює необхідність модернізації освітніх процесів через впровадження цифрових технологій. Особливо актуально це для професійної освіти у сфері машинобудування, де підготовка кваліфікованих фахівців вимагає поєднання теоретичних знань із практичними навичками роботи з сучасним програмним забезпеченням.

Цифрові технології – це сукупність засобів, методів і процесів, які використовують цифрову інформацію для створення, зберігання, обробки та передачі даних. У контексті освіти вони допомагають реалізовувати дидактичні цілі, підвищують наочність та доступність викладання, сприяють індивідуалізації навчання [1].

У професійній освіті цифрові технології класифікують: за освітнім завданням (навчальні, практико-орієнтовані, оціночні); за рівнем інтеграції у практичне середовище (CAD/CAE-системи, LMS-платформи, симуляції) [2]. Системи автоматизованого проєктування (CAD) дозволяють моделювати геометрію деталей, розробляти конструкторську документацію. CAE-програми забезпечують інженерні розрахунки на міцність, динамічний аналіз та теплові розрахунки без виготовлення фізичних прототипів [2]. Платформи дистанційного навчання (LMS) автоматизують управління навчальним процесом – облік відвідуваності, перевірку завдань, тестування. Цифрові симуляції відтворюють роботу реального обладнання в безпечному середовищі [3].

Google Drive забезпечує хмарне зберігання навчальних матеріалів та зручні механізми спільного доступу. Функціонал дозволяє завантажувати лекції, відеоматеріали, здійснювати копіювання та систематизацію файлів [4]. Практична реалізація включає: створення спільного диска → завантаження навчальних матеріалів → налаштування індивідуальних прав доступу для кожного учасника.

Google Classroom — інструмент для організації та ведення курсів. Після створення курсу система генерує код, за яким студенти приєднуються. Основний інтерфейс містить чотири вкладки: «Стрічка» (оголошення та комунікація), «Завдання» (тести, лекції, анкети), «Люди» (учасники курсу) та «Оцінки» (управління успішністю). Ми створили курс «Теорія механізмів і машин», завдання якого включали лекцію у форматі PDF, відеоматеріал та тестування через Google Forms.

Wayground – сучасна освітня платформа з потужним ШІ-інструментарієм. Основні можливості платформи охоплюють п'ять ключових вкладок: «Оцінювання» – створення тестів трьох рівнів глибини знань: Рівень 1 (відкликання фактів), Рівень 2 (застосування знань), Рівень 3 (стратегічне мислення та прийняття рішень). ШІ автоматично генерує питання на основі завантажених матеріалів. «Презентація» – імпорт власних презентацій або створення нових із підтримкою ШІ для формування запитань. «Відео» – ШІ сортує відеоматеріали відповідно до рівня знань студентів та тематики курсу (наприклад, «Інженерія»). Є функція додавання відео з YouTube. «Прохід» – створення міні-тестів на основі коротких текстів (генерованих ШІ або власних). «Флеш-картки» – гейміфікація навчання: завантаження статті чи файлу docx у ШІ автоматично генерує набір карток із запитаннями та відповідями. Це підвищує концентрацію уваги та мотивацію студентів.

Отже, цифровізація освітнього процесу є необхідним кроком для підвищення якості знань та практичних навичок здобувачів освіти. Завдяки можливостям цифрових технологій можна вдосконалити свою теоретичну базу та з більшою ефективністю використовувати свої знання на практиці.

Список використаних джерел

1. Карташова Л.А., Спірін О.М., Овчарук О.В. (2020). Цифрові технології в освіті. Київ: ІІТЗН НАПН України. 174 с.
2. Сухомлин І.М. (2021). Цифрові інструменти в підготовці майбутніх фахівців технічного профілю. Дніпро: Ун-т ім. А. Нобеля. 208 с.
3. LMS Moodle в системі професійної підготовки. За ред. В.Ю. Бикова. Київ: ІПТО НАПН України, 2021. 58 с.
4. Державна служба якості освіти України. Цифрова трансформація професійної освіти в Україні. Київ: ДСЯО, 2022. 48 с.

Катерина Атаманюк
Науковий керівник – доц. Томка Ю. Я.

БАГАТОАСПЕКТНИЙ NLP-КОНВЕЄР ДЛЯ ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТЕКСТУ

Масове впровадження великих мовних моделей зробило ручну верифікацію медіапотоку практично неможливою, тоді як існуючі автоматизовані рішення охоплюють лише окремі підзадачі, не формуючи єдиного агрегованого вердикту [1]. **Метою** є реалізація системи комплексної автоматизованої оцінки інформаційної надійності англомовного медіатексту.

Систему спроектовано як паралельний конвеєр із п'яти незалежних аналітичних модулів (рис. 1): виявлення тверджень, верифікація фактів, аналіз суб'єктивності, виявлення політичної упередженості та маніпулятивності. Для модулів без готової доменно-релевантної моделі сформовано гібридні навчальні корпуси з відкритих датасетів із вирівнюванням класового балансу. Трансформерну архітектуру обрано для всіх компонентів, оскільки BERT-клас систематично перевершує RNN/LSTM на відповідних задачах [1, 2].

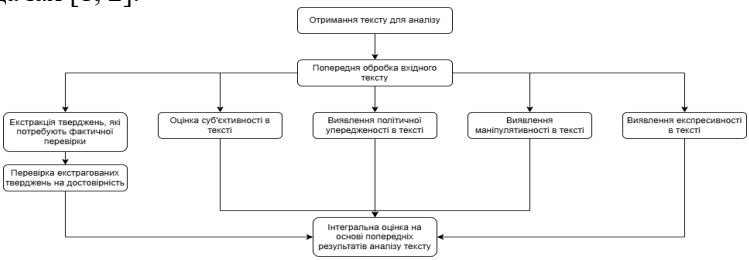


Рис. 1. Конвеєр для експрес-оцінки інформаційної надійності медіатексту

Для двох модулів без готових збалансованих корпусів сформовано власні навчальні датасети: для виявлення тверджень – шляхом об'єднання чотирьох відкритих джерел (IAM, AVeriTeC, LIAR, MultiFC) зі співвідношенням класів 59:41, для маніпулятивності – на основі SemEval-2025 Task 10 із доповненням датасетом Propaganda Detection (63:37). Доказова база модуля факт-

чекінгу формується динамічно в момент верифікації кожного твердження.

За результатами порівняльного аналізу відібрано: xlm-roberta-base для виявлення тверджень (macro F1 = 0.82), донавчений DistilBERT для маніпулятивності (macro F1 = 0.87), mDeBERTa-v3-base для суб'єктивності (macro F1 = 0.79), political-leaning-politics для політичної упередженості (macro F1 = 0.83). Верифікацію фактів реалізовано як триетапний пайплайн: пошук через Google Search API, ранжування доказів за косинусною схожістю (SBERT [2]) та NLI-класифікація з вердиктом за трьома класами – підтверджено, спростовано, недостатньо інформації. Агрегацію результатів здійснено методом зваженого ансамблю з формуванням інтегрального показника надійності у діапазоні [−25; 25]: від'ємні значення відповідають об'єктивному тексту, додатні - упередженому та маніпулятивному.

Апробацію проведено на 12 текстах: оригінал, орфографічні помилки та перефразування. З шести критеріїв успіху чотири виконано повністю – модулі виявлення тверджень, маніпулятивності, суб'єктивності та політичної упередженості перевищують поріг macro F1 $\geq$ 0.75 й укладаються у ліміт $\leq$ 2 с; модуль суб'єктивності перевищує його на 0.4 с, модуль факт-чекінгу - на 4–8 с через відсутність паралелізації мережевих запитів. Гібридна оцінка коректно відображає полярність в усіх групах із середнім відхиленням ≈3.9 %, а ансамблева архітектура продемонструвала компенсаційний ефект: локальні збої окремих модулів не призводять до деградації фінального вердикту. Пріоритетними напрямами розвитку системи є NLI-орієнтований пошук доказів, паралелізація факт-чекінгу.

Список використаних джерел

1. Vykopal I., Pikuliak M., Srba I., Moro R., Macko D., Bielikova M. Disinformation Capabilities of Large Language Models. *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. Bangkok : ACL, 2024. P. 14830–14847. DOI: 10.18653/v1/2024.acl-long.793.
2. Reimers N., Gurevych I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. Hong Kong : ACL, 2019. P. 3982–3992. DOI: 10.18653/v1/D19-1410.

Андрій Бабіч
Науковий керівник – асист. Лисько В.В.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ІНТРАОПЕРАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ОКА

Вітреоретинальна хірургія є основним методом лікування таких тяжких патологій, як відшарування сітківки, проникаючі поранення очного яблука та внутрішньоочні крововиливи. Водночас застосування іригаційних розчинів кімнатної температури в рамках стандартного операційного протоколу призводить до неконтрольованої локальної гіпотермії ока, що значно підвищує ризик виникнення інтра- та післяопераційних ускладнень [1]. Для прецизійного температурного контролю фізіологічного розчину та запобігання нерегульованому охолодженню тканин під час операції перспективним є використання термоелектричного охолодження.

На основі проведеного комп'ютерного моделювання [2] в Інституті термоелектрики НАН України та МОН України розроблено термоелектричний прилад для інтраопераційного керування температурою ока. Прилад містить два основні функціональні вузли – блок керування та блок теплообміну.

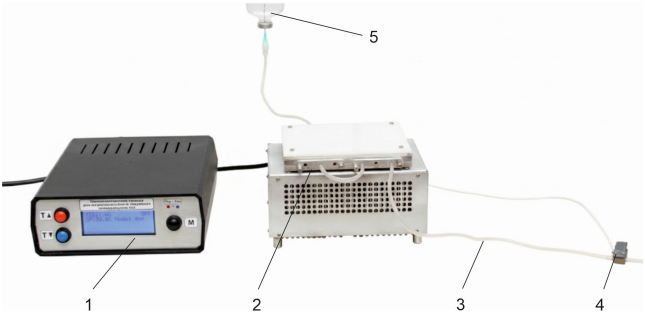


Рис. 1. Термоелектричний прилад
для інтраопераційного керування температурою ока:
1 – електронний блок керування, 2 – термоелектричний блок теплообміну, 3- медична трубка інфузійної системи, 4 – виносний давач температури, 5 – ємність з іригаційною рідиною

Основою термоелектричного блоку теплообміну є термоелектричні модулі, які залежно від полярності поданого струму забезпечують швидке нагрівання або охолодження потоку іригаційної рідини, що проходить через інфузійну систему. Для досягнення високої точності підтримання температури в блок керування було інтегровано двокаскадну систему керування. Її архітектура з внутрішнім контуром (контроль температури на теплообміннику) та зовнішнім (контроль температури на виносному давачі) дозволяє ефективно компенсувати транспортне запізнення рідини. Керуючий сигнал для обох контурів розраховується за класичним ПІД-законом [3]:

$$u_{pid}(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)\, d\tau + K_d \frac{de}{dt}, \qquad (1)$$

де $u_{pid}(t)$ – керуючий сигнал; e – різниця між заданою та поточною температурою; K_p, K_i, K_d – коефіцієнти пропорційної, інтегральної, диференційної складової відповідно.

Мікроконтролер безперервно аналізує дані зворотного зв'язку від виносного давача температури та динамічно коригує параметри роботи системи. Це дозволяє мінімізувати температурну інерцію та запобігти перерегулюванню системи.

Проведено експериментальні дослідження розробленого приладу. Встановлено, що у робочому діапазоні задання температури (від 13 до 32°C), статична похибка не перевищує ±0.8°C. Час виходу приладу на заданий температурний режим становить 10–15 хвилин залежно від цільового значення.

Список використаних джерел

1. Anatychuk, L., Pasyechnikova, N., Naumenko, V., Nazaretian, R., Umanets, M., Kobylianskyi, R., & Zadorozhnyy, O. (2025). Intraoperative changes in intraocular temperature during vitrectomy procedures with irrigating solutions differing in temperature. *Ukrainian Journal of Ophthalmology*, (1), 33–38.
2. Kobylianskyi, R., Zadorozhnyi, O., Umanets, M., Pasechnikova, N., Rozver, Y., & Babich, A. (2024). Computer simulation of a thermoelectric device for controlling the temperature of irrigation fluid during ophthalmological operations. *Journal of Thermoelectricity*, (1-2), 61–71.
3. Åström, K. J., & Hägglund, T. (2006). *Advanced PID control*. ISA – The Instrumentation, Systems, and Automation Society.

Світлана Бакун
Науковий керівник – доц. Шумиляк Л.М.

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ERP ТА CRM ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОНЛАЙН-ШКОЛОЮ ПРОГРАМУВАННЯ

Зі стрімким розвитком освітніх технологій та переходом багатьох навчальних процесів у цифрове середовище, системи автоматизації бізнесу знаходять дедалі ширше застосування в управлінні освітніми онлайн-проєктами [1]. Під час дослідження було проаналізовано існуючі підходи до організації роботи онлайн-шкіл. Виявлено, що використання розрізнених програмних продуктів: окремих CRM-систем для ведення клієнтської бази та незалежних ERP-систем для планування ресурсів – призводило до дублювання даних, ускладнення комунікації між викладачами, адміністраторами та батьками учнів, а також до зниження загальної ефективності управління.

Для усунення виявлених недоліків було запропоновано підхід, що полягав у створенні єдиного інформаційного середовища шляхом глибокої інтеграції функціоналу CRM та ERP. На етапі проєктування розроблено модульну архітектуру, яка охоплювала всі ключові аспекти функціонування онлайн-школи [2]. Зокрема, CRM-складову орієнтовано на автоматизацію взаємодії із зовнішнім середовищем: обробку вхідних заявок, ведення бази лідів, фіксацію клієнтських оплат та налаштування сповіщень. Проєктування цього модуля дозволило закласти основу для мінімізації втрати потенційних клієнтів та підвищення швидкості обробки запитів [3].

Базовий ERP-модуль забезпечив оптимізацію внутрішніх процесів адміністрування. У межах роботи реалізовано модуль календарного планування, який надає інструменти для зручного ведення розкладу індивідуальних та групових занять, обліку відвідуваності учнів та моніторингу фактичного робочого навантаження викладачів. Додатково спроєктовано підсистему фінансового обліку для автоматизації розрахунку заробітної

плати персоналу на основі проведених уроків. Для надійного збереження інформації використано централізовану базу даних, що є ключовим принципом побудови сучасних ERP-систем [4]. Важливим етапом розробки стало створення багаторольового інтерфейсу з особистими кабінетами, який забезпечив персоналізований та безпечний доступ до системи з розмежуванням прав для адміністраторів, викладачів та клієнтів.

Отже, розробка та впровадження інтегрованих систем, що поєднують функціонал ERP та CRM, виступають перспективним напрямком розвитку інфраструктури сучасного онлайн-навчання. У результаті проведеної роботи створено архітектуру та прототип комплексної інформаційної системи, адаптованої під специфіку онлайн-школи програмування. Її використання дозволило централізувати зберігання даних, автоматизувати рутинні адміністративні задачі та оптимізувати облік навчальних і фінансових ресурсів. Особливу увагу під час дослідження було приділено питанням безпечної взаємодії різних груп користувачів у єдиному середовищі та оцінці впливу автоматизації на загальну ефективність управління освітніми процесами. Завдяки розробленій системі вдалося підвищити прозорість надання послуг для клієнтів та суттєво знизити операційне навантаження на персонал закладу.

Список використаних джерел

1. Гриценко В. І., Бойко О. В. (2022). Інформаційні системи та технології в управлінні освітніми процесами. *Інформаційні технології в освіті*. № 3. С. 45–54.
2. Соммервіль І. (2020). Інженерія програмного забезпечення : підручник. Київ : Центр навчальної літератури. 520 с.
3. What is Customer Relationship Management (CRM)? IBM. URL: https://www.ibm.com/think/topics/crm
4. What is ERP? Oracle. URL: https://www.oracle.com/erp/what-is-erp/

Григорій Барліт
Науковий керівник – проф. Дуболазов О.В.

СУЧАСНІ ТРЕНДИ В МУЛЬТИМЕДІА

Сьогодні сфера мультимедіа переживає наймасштабнішу трансформацію з моменту появи інтернету. Ми перейшли від простого поєднання тексту та картинок до створення цілісних цифрових екосистем. Головним рушієм змін став штучний інтелект та технології доповненої реальності. Контент перестав бути статичним – тепер він адаптується під кожного користувача в реальному часі. Основний акцент змістився з простого інформування на створення глибокого емоційного та інтерактивного досвіду, де межа між фізичним і цифровим світами майже зникає.

Штучний інтелект (ШІ) перетворився з допоміжного інструмента на повноцінного співавтора мультимедійного контенту. У 2026 році стандартом стала генерація персоналізованих медіа. Це означає, що відеоролик або презентація можуть змінювати свій сюжет, мову озвучення або навіть кольорову гаму залежно від уподобань конкретного глядача. Автоматизація рутинних процесів, таких як монтаж відео, корекція звуку та створення субтитрів, дозволяє творцям зосередитися на ідеях, а не на технічній реалізації. Також активно розвиваються синтетичні медіа, де цифрові аватари замінюють реальних ведучих, забезпечуючи цілодобову трансляцію контенту будь-якою мовою світу без втрати якості [1].

Одним із найпотужніших трендів є перехід від плоских екранів до просторових обчислень. Завдяки розвитку пристроїв змішаної реальності, мультимедіа стають частиною нашого фізичного оточення. Користувач може розгорнути інтерактивну карту прямо на своєму робочому столі або переглядати 3D-моделі товарів у реальному розмірі перед покупкою. Важливу роль відіграє формат відео з шістьма ступенями свободи (6DoF), який дозволяє глядачеві буквально «ходити» всередині кадру, обираючи власний ракурс огляду. Це докорінно змінює журналістику, освіту та розваги, роблячи глядача безпосереднім учасником подій.

Змінюється і те, як ми сприймаємо інформацію. На піку популярності залишаються мікро-формати – надкороткі відео та інтерактивні сторіз, які дозволяють отримати максимум змісту за мінімум часу. Проте паралельно розвивається тренд на «глибоке занурення». Гейміфікація стала невід'ємною частиною медіа: читання статті або перегляд документального фільму все частіше нагадує квест, де користувач приймає рішення, що впливають на подальший розвиток сюжету.

Звук у сучасних мультимедіа став не менш важливим за картинку. Простотове аудіо (Spatial Audio) створює ефект повної присутності, імітуючи реальне розташування джерел звуку навколо слухача. Це критично важливо для метавсесвітів та ігрових індустрій. Водночас розвиток нейронних голосів зробив озвучення текстів настільки природним, що будь-яке текстове видання тепер автоматично стає якісним аудіопродуктом.

Цифровий світ також прагне до екологічності. Сучасні тренди включають оптимізацію передачі даних для зменшення енергоспоживання серверів. Видавці та розробники медіа переходять на «зелений» хостинг та використовують алгоритми стиснення без втрати якості, щоб мінімізувати вуглецевий слід від споживання важкого відеоконтенту.

Отже, сучасні тренди в мультимедіа демонструють рух до максимальної інтерактивності, персоналізації та технологічної досконалості. Контент стає розумним, об'ємним і доступним у будь-якому місці та в будь-який час. Головним викликом для творців залишається збереження балансу між технологічним прогресом та етичною відповідальністю, щоб мультимедіа майбутнього були не лише ефектними, а й безпечними та корисними для суспільства.

Список використаних джерел

1. Sharma, R. (2022). AI in Print and Media: Transforming the Industry. Springer.

Анастасія Басіста
Науковий керівник – доц. Солтис І. В.

«АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІЛЮСТРАЦІЙ, СЕРВІСІВ І ТЕХНОЛОГІЙ, ВІДТВОРЕННЯ У ДИТЯЧОМУ ВИДАННІ “ВЕСЕЛІ ВІРШИКИ”»

У сучасному книговиданні для дітей якість відтворення фотоілюстрацій та графіки є ключовим фактором, що визначає візуальну привабливість видання. Оскільки дитяча література вимагає особливої чіткості та насиченості кольорів, критичного значення набуває оптимізація параметрів друку, зокрема лініатури растру, типу растрування та вибору паперу.

Для підготовки бакалаврської роботи проведено аналіз існуючих сервісів та сформовано тестову модель оцінювання ілюстрацій з різним рівнем деталізації. В межах дослідження проаналізовано вплив таких параметрів на кінцевий результат:

- лініатура растру: порівняння значень 150 lpi, 200 lpi та 300 lpi;
- тип растру: амплітудно-модульований (AM) та частотно-модульований (FM);
- тип паперу: крейдований (глянцевий) та некрейдований (офсетний).

Оцінювання якості відбитків здійснювалося за критеріями чіткості деталей, плавності переходів та рівня розтискування растрової точки. У ході аналізу встановлено, що для дитячої книги використання лініатури 150 lpi призводить до недостатньої деталізації. Оптимальним балансом для видання «Веселі віршики» виявилася лініатура 200 lpi. Використання 300 lpi дозволяє досягти найвищої якості лише за умови застосування крейдованого паперу, інакше виникає надмірне розтискування точок.

Порівняння типів растрування показало переваги FM-растру у відсутності муару та точності передачі деталей. Водночас AM-растр продемонстрував стабільність результатів на різних типах обладнання. Аналіз впливу матеріалів підтвердив, що крейдований папір є найкращим рішенням для відтворення яскравої графіки, тоді як некрейдований папір спричиняє втрату контрасту

через поглинання фарби.

Основні результати дослідження:

- оптимальна лініатура для дитячих ілюстрацій – 200 lpi;
- FM-растр доцільно використовувати для видань з високими вимогами до графіки;
- крейдований папір забезпечує максимальну візуальну якість зображення.

Отже, для підготовки видання «Веселі віршики» обрано поєднання лініатури 200-300 lpi, FM-растру та крейдованого паперу. Ці результати дозволяють оптимізувати параметри друку у видавничій практиці та забезпечити високу якість дитячої книги.

Список використаних джерел

1. Kipphan H. (2001). Handbook of Print Media. Springer.
2. ISO 12647-2:2013 Graphic technology.
3. Sharma A. (2004). Understanding Color Management.
4. Adobe Digital Printing Guide [Електронний ресурс].
5. ДСТУ 3017:2015. Видання. Основні види.
6. ДСТУ 4861:2007. Вихідні відомості.
7. Закон України «Про видавничу справу».
8. Сидоренко В. (2010). *Основи графічного дизайну*.
9. Кравченко О. (2015). *Дизайн дитячих видань*.
10. Simprint [Електронний ресурс: Веб-сайт] – Друк на тканині – https://simprint.com.ua/ (дата звернення: 18.03.2025)
11. Mistosumy [Електронний ресурс: Веб-сайт] – Цифровий друк – https://mistosumy.com/ (дата звернення: 20.03.2025)
12. Monofilament [Електронний ресурс: Веб-сайт] – 3Д-друк – https://monofilament.com.ua/ (дата звернення: 21.03.2025).

Борис Батраков
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

АДАПТИВНИЙ БІОМЕТРИЧНИЙ СЕНСОР ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СЕРЦЕВОЇ АКТИВНОСТІ

Сучасні економічні виклики та стресові фактори, спричинені війною, негативно впливають на стан здоров'я населення, що актуалізує потребу у своєчасній діагностиці та профілактиці серцево-судинних захворювань. Перспективним напрямом є створення адаптивних біометричних сенсорів, здатних забезпечувати безперервний моніторинг серцевої активності та оперативне виявлення відхилень у роботі організму [1, 2].

Враховуючи високу вартість складного медичного обладнання, особливого значення набувають прості, але функціональні пристрої з достатньою точністю та швидкодією, придатні для використання як у клініці, так і вдома. Неінвазивні методи, зокрема оптичний аналіз біологічних даних, дозволяють оцінювати ключові параметри (сатурацію крові, рівень гемоглобіну та кровонаповнення тканин) безболісно [3].

Адаптивний біометричний сенсор, що поєднує електрокардіографічні та оптичні сигнали з алгоритмами машинного навчання, забезпечує персоналізований контроль серцевої активності, своєчасне виявлення патологій та корекцію лікування. Його практична цінність полягає у застосуванні в телемедицині, спортивній медицині та системах інтелектуального моніторингу здоров'я, а також для контролю стану працівників у виробничих умовах. Такий сенсор сприяє виявленню ознак стресу, перевантажень чи патологічних станів, що підвищує безпеку та якість життя населення, роблячи його розробку надзвичайно актуальною.

Структурна схема розробленого адаптивного сенсору відображена на рис. 1. Принцип роботи пристрою базується на реєстрації частоти серцевих скорочень (пульсу) шляхом визначення змін об'єму крові в артерії пальця. Основними елементами конструкції є мікроконтролер ATmega88 та операційний підсилювач LM324, а програмне забезпечення реалізоване мовою BascomAVR. Під

час серцевих скорочень змінюється артеріальний тиск, що впливає на проникність шкіри для інфрачервоного випромінювання, завдяки чому сенсор здійснює вимірювання пульсу методом оптичного просвічування.

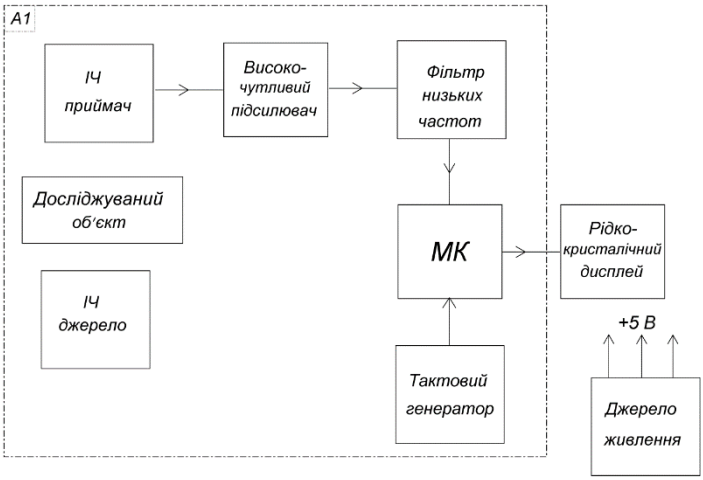


Рис. 1. Структурна схема розробленого адаптивного сенсора

Простий у реалізації адаптивний сенсор на основі доступних компонентів забезпечує ефективний моніторинг серцевої активності та має значну практичну цінність у телемедицині, спорті й побутовому самоконтролі.

Список використаних джерел

1. Vermunicht, P., Buyck, C., Naessens, S., Hens, W., De Cock, L., Nelis, L., Van Craenenbroeck, E., Laukens, K., Desteghe, L., & Heidbuchel, H. (2025, May). Evaluating the effectiveness of technical adjustments for improving the accuracy of photoplethysmography-based heart rate monitors in cardiac patients. EP Europace, 27(Supplement_1), euaf085.850. https://doi.org/10.1093/europace/euaf085.850
2. MolBiol. (2024). Гнучкі біосенсори для аналізу крові, моніторингу серцевого ритму та рівня глюкози.
3. Song, Z., Zhou, S., Qin, Y., Xia, X., Sun, Y., Han, G., Shu, T., Hu, L., & Zhang, Q. (2023). Flexible and Wearable Biosensors for Monitoring Health Conditions. Biosensors, 13(6), 630. https://doi.org/10.3390/bios13060630

Станіслав Безручак
Наукова керівниця – асист. Одайська Х.С.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ НА ОСНОВІ IOT

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, зростання вартості енергоресурсів і поширення концепції Інтернету речей зумовлюють потребу у створенні нових підходів до моніторингу та оптимізації електроспоживання. Особливої актуальності набувають інтелектуальні системи керування електроживленням, які забезпечують збір даних у реальному часі, аналіз навантаження, прогнозування пікового споживання та автоматизоване керування електроприладами [1].

У роботі розглянуто інтелектуальну систему керування електроживленням на основі IoT, призначену для моніторингу параметрів електроспоживання та автоматизованого керування навантаженнями у побутових і малих комерційних об’єктах. Основна ідея системи полягає в об’єднанні засобів вимірювання, бездротового обміну даними та алгоритмів прийняття рішень у єдиній архітектурі.

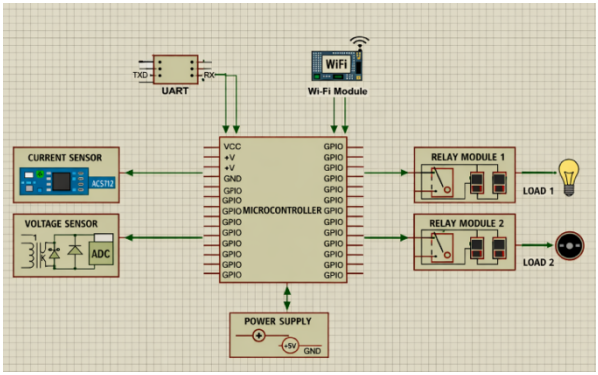


Рис. 1. Структурна схема системи керування електроживленням

Система має трирівневу структуру. Нижній рівень включає датчики струму і напруги, мікроконтролер ESP32 та релейні мо-

дулі. Датчики вимірюють електричні параметри, ESP32 виконує первинну обробку даних і передає їх мережею Wi-Fi, а релейні модулі забезпечують керування навантаженнями. Середній рівень представлений серверною частиною, яка здійснює прийом, збереження, аналіз і візуалізацію даних, а також формує команди керування. Верхній рівень реалізовано у вигляді веб- або мобільного інтерфейсу, через який користувач може переглядати параметри електроспоживання, контролювати стан навантажень і змінювати налаштування системи.

Принцип роботи системи полягає у безперервному зборі, обробці та аналізі даних. Після зчитування параметрів електромережі система визначає рівень навантаження, порівнює його з допустимими межами та, за потреби, автоматично відключає непріоритетних споживачів. Після нормалізації режиму роботи навантаження можуть бути повторно підключені відповідно до заданого алгоритму.

Особливістю системи є використання елементів інтелектуального керування. На відміну від традиційних систем обліку, вона не лише фіксує споживання, а й аналізує закономірності навантаження, враховує пріоритетність пристроїв та адаптує логіку роботи до поточних умов. Практичне значення розробки полягає у зменшенні витрат електроенергії, підвищенні енергоефективності та автоматизації керування електроживленням. Масштабованість архітектури дозволяє інтегрувати нові сенсори, виконавчі модулі та аналітичні компоненти без суттєвої зміни структури системи.

Список використаних джерел

1. Dounis A. (2019). Intelligent Control in Energy Systems. Cham : Springer. 254 p.
2. Lytras M. D. (2020). Artificial Intelligence for Smart and Sustainable Energy Systems and Applications. Cham : Springer. 312 p.
3. Hammons T. J. (2009). Renewable Energy. Rijeka : InTech. 498 p.
4. Mercorelli P. (2025). Techniques of Control for Energy Optimization in Actuators, Motors and Power Generation Systems. Cham : Springer. 286 p.

Анастасія Белей
Науковий керівник – доц. Баловсяк С.В.

ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА ДЛЯ СТУДЕНТСЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасні комп'ютерні технології дедалі частіше застосовуються для створення інтерактивних навчальних середовищ, які раніше були доступні лише в обладнаних лабораторіях. Одним із завдань таких середовищ є вивчення елементів робототехніки, адже робототехнічні пристрої не завжди доступні, а перегляд відеооглядів і специфікацій часто не дає достатнього розуміння. З цієї причини актуальним завданням є створення віртуальної лабораторії з бібліотекою 3D-моделей технічних пристроїв, яка дає змогу вивчати їх в інтерактивному режимі та тестувати знання дослідників. Тому в даній роботі розроблено віртуальну лабораторну роботу для студентських досліджень об'єктів робототехніки, яка підтримує інтерактивну взаємодію з тривимірними моделями.

Процес виконання лабораторної роботи складається з шести основних етапів. Перший етап включає вибір навчального модуля (наприклад, «Сервопривід») зі списку доступних. Другий етап полягає у дослідженні 3D-моделі з використанням технологій віртуальної реальності (рис. 1). Під час другого етапу студенти можуть обертати, масштабувати та переміщувати об'єкти, вмикати підписи їх частин, змінювати режими візуалізації, переглядати анімації розбирання і збирання пристроїв. На третьому етапі здійснюється доступ до контекстної інформації (довідок про вибрані елементи пристроїв). Четвертий етап полягає у виконанні інтерактивних завдань: ідентифікація і вибір характеристик частин пристроїв, складання 3D моделі. На п'ятому етапі студенти виконують тестові завдання для самоперевірки. Останній (шостий) етап забезпечує автоматичний аналіз результатів роботи: огляд відповідей на питання, пояснення помилок. У результаті цього формуються рекомендації щодо додаткового вивчення матеріалу.

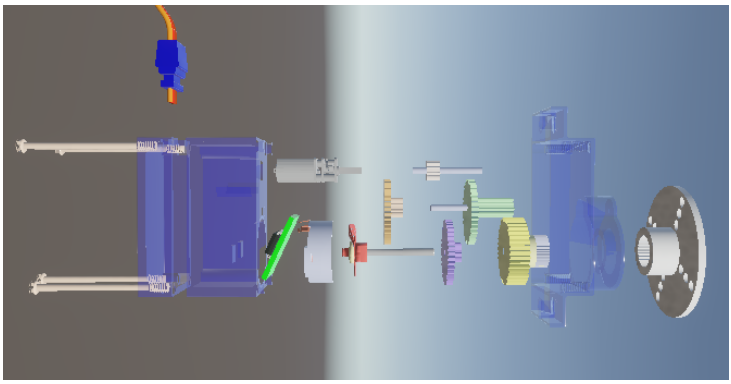


Рис. 1. 3D-модель сервоприводу в режимі дослідження

Програмно віртуальна лабораторна робота реалізована з використанням інструментів рушія Unity [1]. Система віртуальної реальності побудована на основі інтерактивних 3D-моделей, створених за реальними технічними специфікаціями пристроїв [2]. Всі анімації, підписи та теоретичні матеріали прив'язані безпосередньо до елементів 3D-сцени. Розроблена програма працює як настільний додаток, проте передбачається її функціонування безпосередньо в браузері.

Запропонована віртуальна робота дозволяє не тільки досліджувати 3D-моделі пристроїв, але й ефективно перевіряти та закріплювати знання через виконання інтерактивних завдань та автоматизоване тестування. Перспективи подальшого розвитку включають розширення бібліотеки пристроїв (додавання нових модулів робототехніки) та створення мобільної версії. Розроблена віртуальна робота може застосовуватися для навчання студентів у закладах вищої освіти, а також у гуртках робототехніки та на дистанційних курсах в умовах обмеженого доступу до фізичного обладнання.

Список використаних джерел

1. Unity. URL: https://unity.com.
2. Servomotor (explode animation). URL: https://sketchfab.com/3d-models/servomotor-explode-animation-0fad21024bbc461db314a21db96b1395.

Надія Білак
Науковий керівник – доц. Фельде Х.В.

РОЛЬ ХУДОЖНЬО-ТЕХНІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ У СТВОРЕННІ СУЧАСНОГО ТРЕВЕЛ-ВИДАННЯ «TRAVEL»

Сучасний медіапростір неможливо уявити без трансформації друкованої періодики, яка під впливом діджиталізації набуває нових якісних характеристик. У сегменті культурно-пізнавальних видань особливої ваги набуває художньо-технічне проєктування, що виступає потужним інструментом формування естетичного досвіду та інтелектуального занурення читача. В умовах стрімкої еволюції візуальних комунікацій створення якісного поліграфічного продукту, такого як журнал «TRAVEL», є не лише творчим процесом, а й необхідністю для збереження ніші «slow media», яка пропонує глибину та змістовність на противагу швидкому цифровому контенту.

Процес проєктування сучасного тревел-журналу базується на використанні професійного ПЗ Adobe InDesign для персоналізації візуального простору видання. Фундаментальними компонентами архітектоніки журналу «TRAVEL» є модульні сітки, що забезпечують структурну єдність та варіативність верстки. Високоякісна графіка та панорамні розвороти дозволяють читачеві взаємодіти з контентом на емоційному рівні, створюючи ефект присутності в географічних локаціях. Типографічні рішення з гармонійним поєднанням акцентних антикв та гротесків полегшують сприйняття великих обсягів тексту й структурують наратив мандрівки.

Інтеграція професійних дизайнерських компонентів має численні переваги для цільової аудиторії. Візуальна домінанта та продумана ієрархія елементів позитивно впливають на концентрацію уваги й засвоєння інформації [1]. Принцип «повітря» у верстці сприяє розвитку естетичного смаку, дозволяючи читачеві самостійно аналізувати образи без перевантаження зору. Групові візуальні блоки, інфографіка та елементи візуального сторітелін-

гу посилюють комунікативну функцію журналу, роблячи складні факти доступними й стимулюючи інтерес до досліджень у туризмі.

Попри значний потенціал художнього проєктування, існують виклики, пов'язані зі складністю додрукарської підготовки (Pre-press), контролем простору CMYK та вибором параметрів паперу [2]. Важливо знайти баланс між креативним самовираженням та технічними вимогами поліграфії, оскільки запит на якісний друкований контент та естетично досконалі видання в Україні постійно зростає [3]. Реалізація концепції журналу «TRAVEL» є стратегічним кроком до створення конкурентоспроможного медіапродукту, що залучає аудиторію, яка цінує якість та автентичність.

Завдяки глибокій додрукарській підготовці та професійному проєктуванню журнал стає не лише джерелом знань про світ, а й простором для творчості та професійної майстерності у видавничій справі. Розвиток візуальної культури через такі проєкти дозволяє максимально ефективно використовувати сучасні технології для популяризації культурних цінностей та географічних відкриттів.

Список використаних джерел

1. Шевченко В. Е. (2010). Художньо-технічне редагування : підручник. Київ : Видавець Паливода А. В. 516 с. URL: http://journlib.univ.kiev.ua/
2. Женченко М. І. (2012). Загальна редакційно-видавнича підготовка : навч. посіб. Київ : Жнець. 352 с. URL: https://pvs.uad.lviv.ua/uk/authors/zhenchenko-m-i/
3. Підготовка макета до друку: практичний посібник для видавців. New Media. 2024. URL: https://newmedia.ua/printed-products-uk/yak-pidhotuvaty-maket-do-druku/

Станіслав Білак
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

АЛГОРИТМІЧНО-МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФЛУОРИМЕТРИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНІ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Метою роботи є розроблення алгоритмічно-метрологічного забезпечення флуориметричного спектрального контролю поверхні біологічних тканин на базі спектрометра USB2000+ при збудженні 405 нм. Основну увагу приділено підвищенню достовірності та відтворюваності результатів за рахунок корекції спектральних сигналів, їх нормалізації та оцінювання невизначеності вимірювання.

Актуальність роботи зумовлена тим, що флуориметричний контроль біологічних тканин чутливий до змін геометрії вимірювання, нестабільності джерела збудження, темнового сигналу приймача, зовнішнього фону та шумів реєстрації. Через це зареєстрований спектр не можна розглядати як «чисту» флуоресценцію тканини. Для практичного застосування методу потрібне не лише оптичне обладнання, а й узгоджений алгоритм обробки та метрологічного супроводу результату [1].

У роботі використано вимірювальну схему відбивальної флуориметрії in vivo, що включає джерело збудження 405 нм, спеціалізований волоконно-оптичний адаптер, довгохвильовий фільтр 420 нм та спектрометр Ocean Optics USB2000+. Конструкція адаптера забезпечує локальне опромінення поверхні тканини й реєстрацію вторинного випромінювання в умовах фіксованої геометрії. Це дозволяє зменшити вплив прямого засвічення приймального каналу та підвищити стабільність вимірювання.

Для опису процесу реєстрації побудовано математичну модель спектрального сигналу, яка враховує корисну флуоресцентну складову, паразитне розсіяне випромінювання, фонову засвітку, темновий сигнал і випадковий шум. На її основі запропоновано послідовність алгоритмічної обробки спектра: dark-correction, background correction, нормування на час інтегрування, спектра-

льне згладжування, baseline-correction, маскування зони збудження та нормалізацію за опорною довжиною хвилі. Такий підхід дає змогу перейти від сирого спектра до порівнюваного спектрального показника, придатного для кількісного аналізу.

Проведено метрологічне оцінювання спектрального каналу. Визначено основні фактори впливу на результат контролю: інструментальні, геометричні, об’єктні та алгоритмічні. Для оцінки якості обробки запропоновано використовувати середнє значення спектрального показника, стандартне відхилення повторюваності, коефіцієнт варіації, відношення сигнал/шум і дрейф у часі. Комбіновану стандартну невизначеність результату доцільно визначати за моделлю поширення невизначеності з урахуванням внеску опорної та аналітичної спектральних зон.

У результаті показано, що поєднання стабільної оптичної схеми з цілеспрямованою алгоритмічною обробкою істотно підвищує придатність флуориметричного контролю для практичного використання. Запропонований підхід дозволяє зменшити вплив мультиплікативних факторів, підвищити повторюваність спектральних показників і створити основу для подальшої діагностичної інтерпретації спектрів біологічних тканин.

Отже, розроблене алгоритмічно-метрологічне забезпечення можна розглядати як необхідну умову підвищення точності та надійності флуориметричного спектрального контролю поверхні біологічних тканин. Практичне значення роботи полягає в можливості використання запропонованих рішень у компактних оптико-електронних системах медико-біологічного призначення.

.

Список використаних джерел

1. O. Peresunko, Ju. Galushko, P. Riabyi, N. Horodynska, S. Yermolenko, D. Burkovets, and K. Chala. Spectrophotometry of native cytological smears from the cervix in cervical cancer screening. Proc. SPIE 12126, Fifteenth International Conference on Correlation Optics, 121260P (20 December 2021); https://doi.org/10.1117/12.2615512.

Тетяна Благун
Науковий керівник – доц. Кройтор О.П.

РОЗВИТОК КРЕАТИВНОСТІ ТА САМОСТІЙНОСТІ УЧНІВ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМИ PATTERN MAKER

У сучасних умовах розвитку освіти важливим завданням є формування креативності та самостійності учнів. Особливе значення це має на уроках технологій та на гурткових заняттях з технологій, де учні мають можливість реалізувати себе у творчій діяльності та створенні власних проєктів. Ефективним засобом для цього є використання програмного забезпечення – Pattern Maker for cross stitch.

Креативність визначається як здатність до створення нових ідей та оригінальних рішень, а самостійність – як уміння учня самостійно організовувати свою діяльність, приймати рішення та відповідати за отриманий результат [1].

З метою визначення ефективності різних методик розвитку креативності та самостійності мною було проведено дослідження під час занять з учнями на уроках технологій та на гурткових заняттях. У процесі роботи учням пропонувалося виконати проєкт у програмі Pattern Maker – створення власної схеми вишивки з урахуванням композиційних особливостей (колір, ритм, симетрія, пропорції).

У ході дослідження застосовано різні методики навчання: проєктний метод, дослідницький, проблемне навчання, інтерактивні методи, а також репродуктивний та пояснювально-ілюстративний.

Результати спостереження показали, що найбільш ефективний проєктний метод. Під час його використання учні самостійно обирали тему роботи, планували етапи виконання, підбирали кольорову гаму та створювали власний проєкт у програмі Pattern Maker. Це сприяло розвитку відповідальності, самостійності та зацікавленості у результаті. Учні проявляли ініціативу, прагнули вдосконалити свою роботу та експериментували з різними варіантами композиції. Таким чином, саме створення завершеного проєкту стало ключовим фактором розвитку креативності [2].

Дослідницький метод також показав високу ефективність. Учні мали можливість експериментувати з кольорами, формами та елементами орнаменту в програмі Pattern Maker, аналізувати результати та обирати найбільш вдалий варіант. Це сприяло розвитку гнучкості мислення та уміння приймати обґрунтовані рішення. Проте деякі учні потребували додаткового спрямування, що дещо знижувало рівень самостійності.

Проблемне навчання виявилося ефективним у розвитку творчого мислення, оскільки учням пропонувалися завдання без готового розв'язку, наприклад створити композицію за певними умовами. Учні активно включалися в роботу, однак у частини з них виникали труднощі з організацією діяльності, що впливало на кінцевий результат.

Інтерактивні методи (обговорення, мозковий штурм) сприяли розвитку комунікації та обміну ідеями між учнями. Вони допомагали генерувати нові задуми для майбутніх проєктів, проте самі по собі не забезпечували повної самостійності, оскільки значною мірою залежали від роботи в групі.

Найменш ефективними виявилися репродуктивний та пояснювально-ілюстративний методи. Під час їх застосування учні виконували завдання за зразком або за чіткою інструкцією, що обмежувало можливість творчого самовираження [3].

Отже, результати проведеного дослідження показали, що найбільш ефективними методами розвитку креативності та самостійності учнів у процесі проєктної діяльності є проєктний та дослідницький методи. Вони забезпечують активну участь учнів у навчальному процесі, створення власного продукту та розвиток творчого мислення. Менш ефективні методи, що передбачають відтворення готової інформації без можливості самостійного вибору та творчості.

Список використаних джерел

1. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: https://mon.gov.ua
2. Пометун О.І. (2004). Інтерактивні технології навчання. К.: А.С.К.
3. Петришин Л. Й. Теоретико-методичні основи формування креативності особистості. URL: https://mydisser.com

Андрій Богдан
Науковий керівник – доц. Галушко Ю.К.

АВТОМАТИЗАЦІЯ БЕЗКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЮ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХОНЬ НА ОСНОВІ ІНТЕРФЕРОМЕТРА МАЙКЕЛЬСОНА

Контроль якості поверхонь за допомогою оптичних методів, зокрема інтерференційних, вимагає точного юстування вимірювальної системи [1] [2]. Найменші зовнішні вібрації, температурний дрейф або заміна об'єкта дослідження призводять до зміщення інтерференційних смуг, що ускладнює вимірювання в умовах виробництва [3] [4].

Для подолання цих проблем запропоновано модернізовану оптико-електронну систему на базі схеми Лінніка (МІІ-4), ключовим елементом якої є динамічна стабілізація інтерференційної картини. Принципова схема показана на рис. 1.

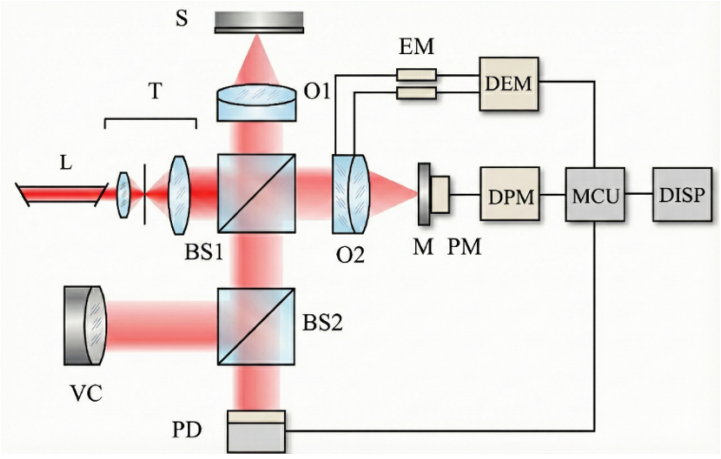


Рис. 1. Принципова схема: L – лазер, T – телескопічна система, BS1, BS2 – світлоподільники, O1, O2 – мікроб`єктиви, S – досліджувана поверхня, EM – електромагніти, DEM – драйвер управління електромагнітами, M – дзеркало, DPM – драйверуправління електромагнітами, PD – фотодетектор, VC – канал візуалізації, MCU – мікроконтролер, DISP – дисплей.

Технічна реалізація:

- активне юстування: зміна орієнтації мікрооб'єктива за допомогою електромагнітів (EM_x та EM_y);
- фотоелектронна реєстрація: реєстрація розподілу інтенсивності за допомогою чотириплощинного фотодетектора;
- зворотний зв'язок: у випадку роз'юстування система миттєво генерує корегуючі напруги U_x та U_y для відновлення рівномірного освітлення фотодетектора;
- синхронна модуляція: п'єзокерамічний модулятор (PM) зміщує дзеркало на 1-2 мкм з частотою 50 Гц.

Впровадження системи автоматичного регулювання фази та положення надає пристрою ряд унікальних характеристик, як от:

- *вібростійкість*: пристрій нівелює вплив зовнішніх вібрацій, що дозволяє використовувати його безпосередньо біля працюючого обладнання.
- *висока точність* (R_q): система дозволяє вимірювати середньоквадратичне відхилення профілю з похибкою менше 0,1 мкм;
- *автоматизація юстування*: пристрій здатний самостійно усувати неспіввісність хвиль навіть при появі до 2,5 інтерференційних смуг у полі зору.
- *об'єктивність даних*: заміна ока оператора на фотодетектор та мікроконтролерну обробку виключає людський фактор.

Список використаних джерел

1. Angelsky O. V., Maksimyak P. P. (1992). Polarization-interference measurement of phase-inhomogeneous objects: art. Washington: Appl. Opt. 31, 4417-4419.
2. Angelsky O. V., Bekshaev A. Y., Dragan G. S., Maksimyak P. P., Zenkova C.Y., Zheng J. (2021). Structured Light Control and Diagnostics Using Optical Crystals: art. Lausanne: Front. Phys. 9, 715045.
3. Farrell C. (1993). New algorithms for high accuracy phase shifting algorithms: art. *Aberdeen: Measurement Science and Technology*. 200.
4. Bass F.G., Fuks I.M. (1979). Wave Scattering from Statistically Rough Surfaces. Oxford: Pergamon Press. 525.

Сергій Богдан
Науковий керівник – доц. Галушко Ю. К.

ДІАГНОСТИКА НАНОРОЗМІРНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ 3D-РЕЛЬЄФУ ШОРСТКИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТОДОМ РЕЄСТРАЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ

Скляні підкладки є критичним елементом сучасної мікроелектроніки – вони формують основу дисплеїв, сенсорних екранів, *OLED*-освітлення та фотовольтаїчних пристроїв. Практично використовувані текстуровані поверхні характеризуються середньоквадратичною шорсткістю R_i від 5 до 75 нм і кореляційною довжиною від 5 до 150 нм [1]. Контактні методи діагностики (стилус-профілометри, *АСМ*) вимірюють неоднорідності з точністю до 5 нм, але можуть пошкоджувати поверхню, тоді як безконтактні оптичні методи – інтерферометрія, спекл-кореляція, профілометрія розсіяного світла – обмежені дифракційною межею Релея і не забезпечують достатньої роздільної здатності для нанорозмірних структур [2].

В основі методу лежить застосування одиночної вуглецевої наночастинки (діаметр 50–70 нм) як чутливого рухомого зонда поверхні. Утримання частинки у заданій точці забезпечується *оптичним пінцетом* на основі сфокусованого гаусового пучка *He-Ne* лазера (633 нм, ~10 мВт): градієнтна оптична сила фіксує частинку на осі пучка з точністю ±25 нм. Для вимірювання висоти поверхні частинку збуджують зосередженим пучком (405 нм), перетяжка якого закріплена на фіксованій відстані ~100 нм під базовою площиною зразка. Наночастинки мають виражене поглинання на довжині хвилі 405 нм і люмінесціюють у жовто-зеленому діапазоні (~530 нм); відхилення вертикальної позиції частинки на 5–10 нм змінює інтенсивність люмінесцентного сигналу на 3–5%, що утворює калібрувальну залежність для визначення локальної висоти поверхні [3].

Вуглецеві наночастинки отримують методом гідротермального синтезу лимонної кислоти та сечовини з наступним центрифу-

гуванням. Їхні оптичні характеристики – значне поглинання та люмінесценція у видимому діапазоні спектра, що суттєво відрізняється для різних довжин хвиль, а також розмір близько десятків нанометрів – роблять ці частинки ефективними зондами для дослідження оптичних полів. Під дією градієнтних оптичних сил внутрішніх енергетичних потоків у полі розсіяння частинки переміщуються та захоплюються сингулярностями поля, а їхня люмінесценція дозволяє реєструвати координатне положення у реальному часі [2]. Саме ці властивості визначають можливість використання карбонових наночастинок для кореляційної оптичної діагностики комплексного скалярного поля, утвореного розсіянням і дифракцією випромінювання на шорсткій поверхні.

Таблиця 1

Основні параметри методу флуоресцентного зондування

Параметр	**Значення**	**Функція**
Зондова частинка	Вуглець, $\varnothing$ 50–70 нм	Флуоресцентний зонд
Оптичний пінцет (*He-Ne*, 633 нм)	~10 мВт, b_0 = 132 нм	Локалізація зонда
Збуджуючий пучок (405 нм)	b_{e0} = 84 нм, z_r = 146 нм	Вимірювання висоти
Чутливість люмінесценції	3–5% / 5–10 нм	Калібрувальна крива
Латеральна роздільна здатність	50–70 нм	Сканування поверхні

Перспективним напрямом вдосконалення є інтеграція методу з принципами *STED*-мікроскопії: застосування коаксіальної пари збуджуючого (гаусового) і пригнічуючого (Laguerre-Gaussian) пучків дозволить отримувати сигнал від однієї обраної частинки без механічного переміщення зонда з роздільною здатністю ~10–20 нм. Додаткові можливості відкривають анізотропні плазмонні наностержні з флуоресцентною оболонкою, де поляризація падаючого світла визначає режим роботи – збудження люмінесценції або її плазмонне гасіння.

Список використаних джерел

1. Angelsky O. V., Bekshaev A. Y., Zenkova C. Yu., Ivansky D. I., Zheng J., Tkachuk V. M. (2022). Fluorescence Record Diagnostics of 3D Rough-Surface Landscapes With Nano-Scale Inhomogeneities. *Frontiers in Physics*. Vol. 9. P. 787821
2. Nolan D.S. et al. (2019). Textured Surfaces for Display Applications. US Patent 10302841B2.
3. Oleg V. Angelsky, Claudia Yu. Zenkova, Steen G. Hanson, D. I. Ivansky, V. M. Tkachuk, and Jun Zheng. (2021). Random Object Optical Field Diagnostics by Using Carbon Nanoparticles. Opt. Express. Vol. 29. P. 916–928.

Дар'я Бондарева
Науковий керівник – доц. Томка Ю. Я.

ГІБРИДНА РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ KINDRED

В умовах зростання «інформаційного перенавантаження» сучасні платформи для організації офлайн-активності переважно вирішують логістичні задачі, ігноруючи персоналізацію. Ключовою технічною проблемою є «холодний старт» – неможливість формувати релевантні рекомендації за відсутності поведінкової історії [1].

Систему спроектовано як два розділені сервіси. Клієнтська частина реалізована на Next.js і MongoDB: підтримує CRUD-операції для управління подіями, рольову модель доступу та JWT-автентифікацію через HTTP-only cookies. ML-модуль винесено в окремий мікросервіс на Python/FastAPI для незалежного масштабування обчислень.

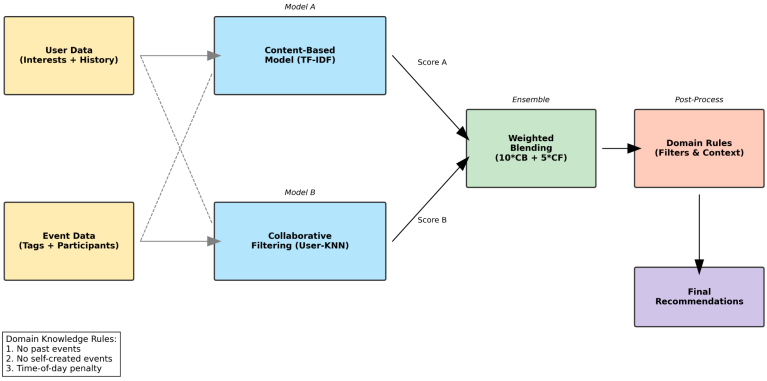


Рис. 1. Архітектура гібридного ансамблю з інтеграцією Domain Knowledge

ETL-пайплайн формує навчальний корпус із ~3 000 подій (Kaggle Events Dataset) та 80 змодельованих профілів користувачів. Підготовка включає NLP-нормалізацію (lowercasing, Regex-очищення, видалення стоп-слів), Template-Based Augmentation та

балансування класів через Undersampling і Label Remapping. Векторизація реалізована методом TF-IDF (ngram_range=(1,2), max_features=5000) за стратегією «Metadata Soup» - агрегація полів title, tags і description в єдиний корпус для кожної події [1].

Система рекомендацій має два рівні. Базова контентна модель (TF-IDF + Cosine Similarity) забезпечує стійкість до холодного старту через Transfer Learning на зовнішньому корпусі. Гібридний ансамбль поєднує контентну (CB) та колаборативну (User-KNN) фільтрацію з контекстним пост-фільтром, де оптимальні ваги компонентів визначено Grid Search за Precision@5. Контекстний блок застосовує штрафи для подій, що не відповідають часу доби, та жорстку фільтрацію завершених і власних подій [2].

Валідація методом Leave-One-Out показала: контентна модель - Precision@5 = 55.56%, ROC-AUC = 0.72; гібридна - Precision@5 = 88.89%, ROC-AUC = 0.81, що на 33.3 в.п. вище за baseline. Стрес-тестування виявило три зони стійкості: до 30% шуму деградація менша за 10%; 30–70% - лінійне падіння до ~40%; понад 70% – якість наближається до випадкового вгадування. Пояснюваність реалізована через декомпозицію внеску TF-IDF токенів із генерацією текстових пояснень для кожної рекомендації.

Розроблений застосунок є функціональним прототипом з підтвердженою ефективністю гібридної архітектури. Пріоритетні напрями розвитку – накопичення реальних поведінкових даних, впровадження матричної факторизації (SVD) замість User-KNN та розширення контекстної складової геолокаційними сигналами.

Список використаних джерел

1. Ni J., Cai Y., Tang G., Xie Y. Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based on TF-IDF and User Characteristics. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, No. 20. Article 9554. DOI: 10.3390/app11209554.
2. Zhang S. Restaurant Recommendation System Based on TF-IDF Vectorization: Integrating Content-Based and Collaborative Filtering Approaches. *Proceedings of the 2023 International Conference on Data Science, Advanced Algorithm and Intelligent Computing (DAI 2023)*. Atlantis Press, 2024. P. 610–618. DOI: 10.2991/978-94-6463-370-2_62.

Віталій Бондаренко
Науковий керівник – доц. Ковальчук М. Л.

ESTATEMIND: ВЕБПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ CATBOOST

В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій, методів аналізу даних та машинного навчання виникає потреба у створенні сучасних інтелектуальних платформ, які б дозволяли автоматизувати оцінювання вартості житлової нерухомості. EstateMind – це вебплатформа для прогнозування цін на житлову нерухомість на основі характеристик об'єкта із застосуванням алгоритмів машинного навчання та дослідження ефективності алгоритму CatBoost.

EstateMind реалізується на основі сучасних інформаційних технологій. Користувацька частина реалізується у вигляді вебінтерфейсу для введення параметрів нерухомості та перегляду результатів прогнозування. Серверна частина системи відповідає за обробку вхідної інформації, взаємодію з моделлю машинного навчання та формування результатів для користувача.

У межах роботи передбачається використання набору даних House Prices: Advanced Regression Techniques, який містить інформацію про різні характеристики житлових будинків, зокрема площу, рік побудови, тип будівлі, якість матеріалів, кількість кімнат, наявність гаража, підвалу та інші параметри. Використання такого датасету дозволяє дослідити залежність вартості нерухомості від сукупності числових і категоріальних ознак.

Оцінювання якості моделі планується здійснювати з використанням стандартних метрик регресії, зокрема середньоквадратичної помилки (RMSE), середньої абсолютної помилки (MAE) та коефіцієнта детермінації (R^2).

Для розв'язання задачі прогнозування вартості житлової нерухомості використовується алгоритм CatBoost – сучасний метод градієнтного бустингу на основі дерев рішень. Його перевагою є ефективна робота з табличними даними та можливість якісної

обробки категоріальних ознак без складного попереднього кодування. Це особливо важливо для задач аналізу нерухомості, де значна частина параметрів має категоріальний характер.

Платформа також включає модуль аналітики, який дозволяє відображати результати прогнозування, аналізувати вплив окремих характеристик на кінцеву вартість об’єкта та порівнювати декілька варіантів нерухомості між собою. Такий підхід підвищує інформативність системи та робить її корисною як для покупців, так і для продавців або агентств нерухомості.

Функціональна частина вебдодатка передбачає введення користувачем характеристик об’єкта нерухомості через спеціальну форму, передачу цих даних на сервер, обробку моделлю машинного навчання та повернення прогнозованої вартості. Додатково передбачається збереження історії прогнозів, відображення ключових факторів впливу на ціну та візуалізацію результатів у вигляді графіків і діаграм.

Отже, EstateMind є інтелектуальною вебплатформою, розробка якої триває та яка поєднує можливості машинного навчання, аналізу даних і сучасних вебтехнологій. Її використання сприятиме підвищенню точності оцінювання нерухомості, покращенню аналізу даних та підтримці прийняття рішень у сфері житлової нерухомості.

Список використаних джерел

1. House Prices: Advanced Regression Techniques [Електронний ресурс]. – URL: https://www.kaggle.com/competitions/house-prices-advanced-regression-techniques/data.
2. Python Documentation [Електронний ресурс]. – URL: https://docs.python.org/.
3. Pandas Documentation [Електронний ресурс]. – URL: https://pandas.pydata.org/docs/.
4. Scikit-learn Documentation [Електронний ресурс]. – URL: https://scikit-learn.org/.
5. Dorogush A. V., Ershov V., Gulin A. (2018). CatBoost: unbiased boosting with categorical features. *NeurIPS.*

Олена Бондаренко
Науковий керівник – доц. Стецько Ю. П.

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА ДЛЯ ПИСЬМЕННИКІВ З ІНТЕГРАЦІЄЮ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВЕРСІЙ ТА ГРАФОВОЮ СТРУКТУРОЮ ФАЙЛІВ

Сучасні письменники та автори часто мають справу з чималими обсягами тексту та складними структурами даних. Проте більшість текстових редакторів не пропонують зручних інструментів для роботи з нелінійними сюжетами, версіями документів та коментарями. Це викликає потребу у спеціалізованому програмному забезпеченні, яке надає гнучкий підхід до організації текстів та співпраці між авторами.

Основна мета проєкту – розробка вебдодатка, що дозволить письменникам ефективно працювати з текстами, організовувати їх у вигляді графових структур, керувати версіями на базі інтеграції з Git та підтримувати асинхронну спільну роботу.

Ключові функції вебдодатка:

- Створення та редагування текстових документів у спеціалізованому та зручному інтерфейсі, орієнтованому на потреби авторів.
- Гіт-подібна система контролю версій зі зрозумілим інтерфейсом без необхідності використання термінала.
- Візуалізація структури документів у вигляді графа.
- Асинхронна командна робота з гнучкою системою титулів, ролей та розподілом прав доступу.

В основі архітектури вебдодатка лежить концепція розподіленого контролю версій. Кожен літературний проєкт виступає окремим репозиторієм, де зберігаються файли з історією їхніх змін, гілками та коментарями.

Однією з ключових особливостей редактора є візуалізація структури документів у вигляді графа. Вузлами графа виступають цілі файли, а ребрами – зв'язки, створені через внутрішні гіперпосилання, які користувачі довільно розставляють у тексті.

Користувачі можуть переглядати взаємозв'язки між розділами, сценами або окремими фрагментами тексту, що значно спрощує навігацію та організацію великих проєктів. Такий підхід особливо корисний для письменників, які працюють із заплутаними сюжетами або складними сценаріями.

Технічна реалізація серверної частини базується на мові програмування Python та використовує підхід Polyglot Persistence. Реляційна SQL-база даних відповідає за цілісність профілів користувачів та матрицю доступів, тоді як нереляційна NoSQL-база обробляє гнучкі JSON-структури анкет, дерева коментарів та метадані для швидкої побудови графа. Версіонування тексту забезпечується прямою взаємодією бекенду з системою Git. Клієнтську частину реалізовано з використанням HTML, CSS та JavaScript.

Отже, розроблений текстовий редактор стане зручним рішенням для письменників, яким потрібен потужний та гнучкий інструмент для організації своїх текстів, збереження версій та колективної роботи.

Список використаних джерел

1. GitPython Documentation. URL: https://gitpython.readthedocs.io/
2. Bostock M., Ogievetsky V., Heer J. (2011). D³: Data-Driven Documents. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics.* Vol. 17, No. 12. P. 2301–2309. URL: http://vis.stanford.edu/papers/d3
3. Python 3 Documentation. URL: https://docs.python.org/3/

Дмитро Бринзила
Науковий керівник – асист. Іваночко М.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ТЕПЛООБМІНУ В ТОНКОСТІННІЙ ЦИЛІНДРИЧНІЙ ТРУБЦІ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМ ПОТОКОМ

Сучасна малоінвазивна хірургія та офтальмологія потребують прецизійного керування температурними режимами іригаційних рідин, що подаються в зону операційного втручання. Використання термоелектричних охолоджувачів (ТЕО) дозволяє забезпечити компактність та високу швидкість відгуку системи керування температурою. Проте ефективність таких систем критично залежить від інтенсивності теплообміну між теплообмінною поверхнею ТЕО та потоком рідини всередині тонкостінних трубок.

Метою роботи є дослідження коефіцієнтів тепловіддачі та ефективності теплообміну в тонкостінних трубках медичного призначення (полівінілхлоридних та силіконових) при їх інтеграції з термоелектричними модулями для охолодження іригаційного потоку.

Для аналізу теплообмінних процесів розглянуто систему, де іригаційна рідина (фізіологічний розчин) протікає через тонку трубку, що перебуває в тепловому контакті з холодною спайкою термоелектричного модуля.

Математична модель теплопередачі. Тепловий потік Q, що відводиться від рідини, описується рівнянням:

$$Q = k \cdot F \cdot Delta\ T\{ln\},$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, F – площа поверхні контакту, $Delta\ T\{ln\}$ – середньологарифмічний температурний напір.

Коефіцієнт теплопередачі для тонкостінної трубки визначається термічними опорами конвекції всередині трубки, теплопровідності стінки та контактним опором між трубкою і поверхнею ТЕО.

Аналіз режимів руху рідини. Враховуючи малі діаметри біомедичних трубок (d ~1-3 мм) та типові витрати іригації (10-50 мл/хв), число Рейнольдса (Re) відповідає ламінарному режиму руху. У цьому

режимі число Нуссельта (Nu) для стабілізованого потоку прямує до константи (Nu = 3.66 або 4.36 залежно від граничних умов).

Вплив матеріалу трубки. Досліджено термічний опір стінок трубок із різних матеріалів: ПВХ (полівінілхлорид): має низьку теплопровідність (~ 0.15 Вт/(м·К)), що створює значний бар'єр для відведення тепла; силікон: характеризується дещо кращою еластичністю, що забезпечує щільніше прилягання до термоелектричного модуля, зменшуючи контактний термічний опір.

Експериментальні результати. Встановлено, що при використанні стандартних медичних трубок основним лімітуючим чинником є низька теплопровідність полімеру стінки. Для підвищення ефективності охолодження запропоновано: використання трубок з мінімально можливою товщиною стінки (до 0.2-0.4 мм); застосування термопасти або теплопровідних еластомерів у місці контакту трубки з ТЕО; сплющування трубки в зоні контакту для збільшення площі теплообміну F та зменшення товщини шару рідини.

Проведені дослідження показують, що термоелектричне охолодження іригаційної рідини через тонкостінні трубки є ефективним методом стабілізації температури в медичних пристроях. Оптимізація геометрії зони контакту та вибір матеріалів трубок з високою теплопровідністю дозволяє знизити температуру потоку на 10-15 °C при помірних енерговитратах термоелектричного модуля. Отримані результати можуть бути використані при проєктуванні офтальмологічних іригаційних систем нового покоління.

Список використаних джерел

1. R.R. Kobylianskyi, V.V. Lysko, N.V. Pasyechnikova, M.M. Umanets, O.S. Zadorozhnyy, Yu.Yu. Rozver, A.O. (2025). BabichApplication of thermoelectric cooling and heating to control the temperatureof irrigation fluid in ophthalmic surgery. *Physics and chemistry of solid state*. V. 26, № 1, pp. 151-157.

Денис Буторін
Науковий керівник – доц. Газдюк К.П.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА НА ОСНОВІ ШІ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ ВИБОРУ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Зі стрімким розвитком електронної комерції та постійним розширенням асортименту технічно складних товарів, споживачі дедалі частіше стикаються з проблемою складного вибору. Традиційні методи фільтрації за характеристиками часто недостатні для користувачів, які не мають глибоких технічних знань. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, здатних імітувати консультацію з експертом у реальному часі.

Одним із ключових завдань сучасної платформи онлайн-торгівлі, такої як «ElectroStore», є не лише надання доступу до товарів, а й забезпечення високої точності підбору комплектуючих та запчастин. Традиційні системи пошуку базуються на жорстких запитах до бази даних (PostgreSQL), що обмежує можливість врахування контекстуальних потреб клієнта. Впровадження ШІ-асистента дозволяє трансформувати взаємодію з користувачем з моделі «пошук-результат» у модель «діалог-консультація».

Вплив ШІ-асистента на ефективність проєкту:

1. Підвищення конверсії: ШІ допомагає зняти бар'єр технічної непевності, пропонуючи готові рішення (наприклад, підбір сумісної запчастини до конкретної моделі ноутбука).

2. Автоматизація підтримки: Асистент працює в режимі 24/7, обробляючи типові запити щодо характеристик, що знижує навантаження на адміністраторів магазину.

3. Мінімізація помилок: Завдяки алгоритмічній перевірці сумісності запчастин зменшується кількість повернень товарів, що позитивно впливає на логістичні витрати.

Процес розробки та навчання асистента базується на використанні архітектури RAG (Retrieval-Augmented Generation). Замість повного перенавчання великої мовної моделі (LLM), використо-

вується підхід динамічного вилучення даних з індексованої бази знань магазину.

Процес навчання та валідації:

1. Формування датасетів: Використовується структурована інформація з PostgreSQL (технічні специфікації товарів) та неструктурована інформація (інструкції користувача, таблиці сумісності у форматі PDF/Markdown).

2. Векторизація даних: Дані перетворюються у векторні представлення та зберігаються у спеціалізованих сховищах (наприклад, з використанням Redis як векторної бази для швидкого доступу).

3. Перевірка правильності рекомендацій: Валідація здійснюється за допомогою методу «LLM-as-a-judge», де одна модель оцінює релевантність відповідей іншої моделі за критеріями точності (faithfulness) та відповідності запиту (answer relevance). Також застосовується ручне тестування на критичних сценаріях підбору запчастин, де помилка може бути критичною.

Отже, інтеграція ШІ-асистента в архітектуру «ElectroStore» перетворює стандартний інтернет-магазин на інтелектуальну екосистему. Це не лише поліпшує досвід користувача (User Experience), а й створює технологічну перевагу проєкту на ринку електронної комерції завдяки використанню сучасних методів обробки природної мови та інтелектуального аналізу даних.

Список використаних джерел

1. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / P. Lewis та ін. arXiv (Cornell University). 2020. URL: https://arxiv.org/abs/2005.11401
2. Transforming E-Commerce with AI: Navigating Innovation, Personalization, and Ethical Challenges. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research. 2025. URL: https://www.mdpi.com/0718-1876/21/1/29
3. RAGAs: Automated Evaluation of Retrieval Augmented Generation / S. Es та ін. *ACL Anthology*. 2024. URL: https://aclanthology.org/2024.eacl-demo.16/

Олександр Ванзуряк
Науковий керівник – доц. Фратавчан В. Г.

ТЕКСТОВИЙ РЕДАКТОР З ІНТЕРАКТИВНОЮ ІНТЕРПРЕТАЦІЄЮ ПРОГРАМНИХ КОДІВ

Сучасна організація навчального процесу для IT спеціальностей та розробка програмного забезпечення потребують зручних інструментів для документування освітніх та технічних процесів. Для цього розроблено десктопний додаток Runbook, який поєднує функціональність текстового редактора з можливістю виконання програмного коду безпосередньо у документі. Систему реалізовано з використанням фреймворку Tauri 2 [1] мовою програмування Rust [2] для серверної частини та бібліотеки React [3] з фреймворком Slate для клієнтської частини. Додаток дозволяє створювати документи, що містять форматований текст, блоки коду з підтримкою 10 мов програмування, математичні формули LaTeX та зображення.

У додатку реалізовано механізм виконання коду в ізольованих тимчасових директоріях із автоматичним налаштуванням середовища для популярних менеджерів версій (nvm, rbenv, rvm, cargo). Підтримуються мови JavaScript, Python, TypeScript, Ruby, Go, Bash, PHP, Perl, Lua та Rust, а також можливість додавання власних мов із налаштуванням команди запуску та розширення файлу.

Для реалізації розширеного редагування тексту використовується бібліотека Slate [4] з підтримкою історії змін, а для редагування коду – Monaco Editor. Відображення математичних формул забезпечується бібліотекою KaTeX [5], а імпорт документів Word (.docx) реалізовано за допомогою бібліотеки Mammoth. Документи відтворюються у форматі сторінок A4 (210 × 297 мм) з автоматичним розподілом вмісту між сторінками. Вигляд інтерфейсу редактора документа представлено на рис. 1.

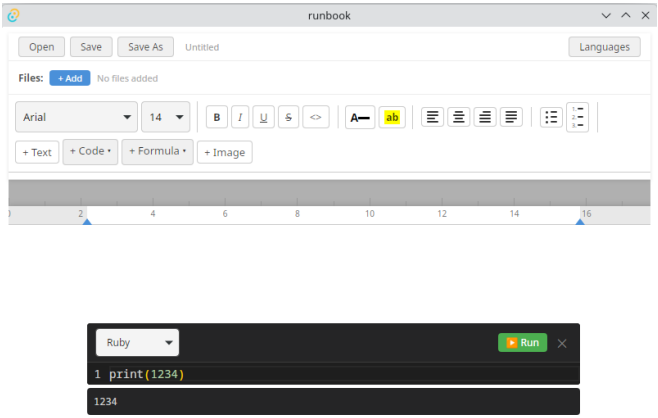


Рис. 1. Інтерфейс редактора документа

Перспективами розвитку додатка є інтеграція системи контролю версій для спільного редагування документів, додавання підтримки експорту у формати PDF та HTML, а також розширення можливостей виконання коду з підтримкою інтерактивного введення та візуалізації даних.

Список використаних джерел

1. Документація Tauri Framework. URL: https://v2.tauri.app/ (дата звернення: 20.03.2026).
2. Документація мови програмування Rust. URL: https://doc.rust-lang.org/book/ (дата звернення: 20.03.2026).
3. Документація React. URL: https://react.dev/ (дата звернення: 20.03.2026).
4. Документація Slate Framework. URL: https://docs.slatejs.org/ (дата звернення: 20.03.2026).
5. Документація KaTeX. URL: https://katex.org/docs/api (дата звернення: 20.03.2026).

Руслана Варибок
Науковий керівник – доц. Стребежев В.М.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВІ КРИСТАЛІВ IN_4SE_3 ТА INSE ДІЄЮ ЛАЗЕРА

Дія імпульсного лазерного випромінювання на напівпровідникові кристали і плівки може активізувати процеси структурних трансформацій і міжфазної взаємодії в сформованих гетеропереходах. При оптимальних критичних значеннях енергії опромінення структурні зміни супроводжуються поліпшенням функціональних властивостей гетероперехідних елементів.

В роботі вивчалися гетероструктури на основі шаруватих кристалів групи A^3B^6 In_4Se_3 та InSe, отримані рідинною епітаксією, а також методом посадки шарів на оптичний контакт [1]. Для лазерної обробки використовували твердотільний YAG-лазер з довжиною хвилі λ=1,06 мкм, тривалість імпульсів τ=1-3 мс. Інтенсивність випромінювання змінювали в межах I_0=12-35 кВт/см^2, кількість імпульсів N = 1–10, частота f = 1-2Гц. Епітаксійні шари In_4Se_3, леговані 0,2 ат.% телура, мали n-тип провідності, контактні площадки створювали осадженням міді з розчину $CuSO_4$, дроти припаювали індієм.

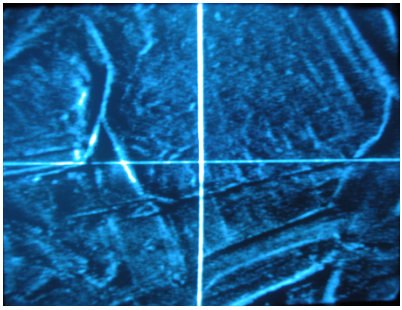


Рис.1. Зображення в РЕМ модифікованої лазером поверхні епітаксійного шару In_4Se_3

Вивчення структурних змін методами атомно-силової і електронної мікроскопії продемонструвало можливість оптимальної модифікації морфології та монокристалічного стану гетерошарів In_4Se_3 після опромінення лазером (рис.1).

Рекристалізація епітаксійного шару після лазерної проплавки сприяє зростанню монокристалічних блоків та релаксаційним процесам в системах дефектів при оптимальних критичних значеннях інтенсивності обробки порядку I_0=20 кВт/см^2.

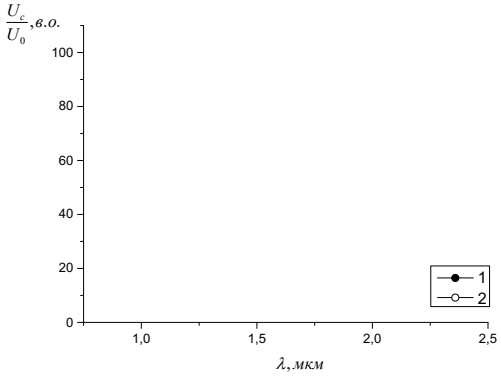


Рис.2. Фоточутливість гетероструктури In_4Se_3 / In_4Te_3 до (крива 2) та після (крива 1) лазерної модифікації

У таких гетероструктурах отримано збільшення величини сигналу фоточутливості в короткохвильовій області, що пояснюється зменшенням процесів рекомбінації (рис.2).

Фоточутливі в близькій ІЧ-області модифіковані гетероструктури на базі In_4Se_3 перспективні для застосування в телекомунікаційних системах, для біологічних та медичних областей.

Список використаних джерел

1. Хархаліс Л.Ю., Глухов К.Є., Бабука Т.Я. (2016). Електронна структура та оптичні властивості гетероструктур на основі кристалів In_4Se_3 і In_4Te_3. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія «Фізика», Вип. 40. С.80-91.

Костянтин Васильков, Анастасія Божик
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

ВПЛИВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОЛЯРИМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ І КЛАСИФІКАЦІЮ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Поляриметричні методи на основі параметрів Стокса та матриць Мюллера продемонстрували, що поляризаційні характеристики чутливо реагують на анізотропію, ступінь впорядкованості та розсіяння світла, а можуть слугувати інформативними ознаками для диференціації морфологічних станів тканини. На практиці достовірність таких оцінок визначається не лише чутливістю методу, а й тим, наскільки правильно враховано невизначеність на всіх етапах вимірювання та подальшої обробки даних.

Метою роботи є побудова узгодженого підходу до оцінювання поширення невизначеності в поляриметричних вимірюваннях, який дозволяє кількісно пов’язати похибки параметрів вимірювальної системи з точністю визначення оптичних характеристик об’єкта та правильністю кінцевої класифікації. На відміну від спрощених підходів, де увагу зосереджують лише на шумі інтенсивностей або параметрів Стокса, у даній роботі розглянуто повний ланцюг перетворення: параметри вимірювальної системи → зареєстровані інтенсивності → параметри поляризації → матриця Мюллера → похідні оптичні характеристики → результат інтерпретації.

Задача полягала у тому, що цей ланцюг містить не лише лінійні, а й суттєво нелінійні етапи, зокрема відновлення матриці Мюллера та її декомпозицію. Саме через це розподіли похідних параметрів, наприклад деполяризації чи фазової затримки, можуть істотно відрізнятися від нормального. У реальному експерименті на результат впливають похибки орієнтації поляризаторів і фазових платівок, нестабільність фазових зсувів, шум реєстрації інтенсивності та похибки калібрування. Аналіз тільки середніх значень і стандартних відхилень не дозволяє побачити змін самої форми розподілу, а отже, й реального ризику помилки під час класифікації.

Для дослідження поширення невизначеності використано два підходи. Перший підхід дозволяє швидко оцінити коваріаційні характеристики результату, другий – простежити повний розподіл вихідних величин без обмежень, пов'язаних із лінеаризацією. Порівняння цих підходів показало, що для похідних параметрів матриці Мюллера статистичне моделювання дає суттєво ширшу картину. У модельному сценарії з 10^4 реалізацій за вхідної невизначеності параметрів на рівні 1–2 % відхилення середнього значення від лінеаризованої оцінки досягало 5–8 %, а ширина 95 %-го інтервалу покриття виявлялася більшою на 12–18 %. Для параметрів із фізичними обмеженнями коефіцієнт асиметрії розподілу змінювався в межах 0,6–0,9, тобто результат уже не можна коректно описувати лише у формі «середнє ± стандартне відхилення».

Практичне значення цього особливо помітне в задачах порогової класифікації. Якщо рішення про стан тканини приймається за значенням одного або кількох параметрів, то асиметрія та обмеженість розподілу безпосередньо переходять у зміну ймовірності помилки. У моделі показано, що різниця між лінеаризованою та статистичною оцінками імовірності помилкової класифікації може становити 7–10 %, а ймовірність правильного рішення за повного статистичного опису зменшується приблизно з 0,93 до 0,85. Це означає, що невизначеність у поляриметрії потрібно трактувати не тільки як похибку фізичного параметра, а і як ризик неправильного висновку.

Отже показано, що нелінійні етапи обробки в поляриметричних вимірюваннях призводять до формування негаусівських розподілів похідних параметрів. Для вхідної невизначеності 1–2% різниця між аналітичними і статистичними оцінками досягає 5–8% за середнім значенням та 12–18% за шириною 95%-го інтервалу. Імовірність правильної класифікації в модельному прикладі зменшувалася з 93% до 85%, тобто на 8%. Для коректної біомедичної інтерпретації поляриметричних даних доцільно використовувати повний статистичний опис невизначеності, а не обмежуватися лише лінеаризованими оцінками.

Віталій Вахітов, Анастасія-Електра Лішман
Науковий керівник – доц. Рождественська М. Г.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗ ДАНИХ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Аналіз баз даних вразливостей інформаційної безпеки (ІБ) на сьогодні становить актуальну задачу, оскільки допомагає зрозуміти, які загрози можуть вплинути на роботу інформаційних систем і наскільки вони серйозні. Використання таких даних дозволяє оцінювати ризики, визначати пріоритети захисту та своєчасно реагувати на потенційні небезпеки.

Фахівцями з кібербезпки розроблена та підтримується значна кількість баз даних уразливостей, які можна класифікувати за багатьма ознаками [1]:

- за походженням (державні, комерційні, академічні);
- за форматом (текст, API, графові моделі);
- за частотою оновлень;
- за інтеграційними можливостями (API);
- з урахуванням практичного контексту (наявність реальних експлойтів, PoC, рекомендацій виробників);
- за мовою опису та локалізацією тощо.

Основні бази даних вразливостей відрізняються за рівнем охоплення, доступністю API, швидкістю оновлення та іншими розглянутими вище класифікаційними ознаками. Зосереджуючись на ключових особливостях цих баз, необхідно зазначити, що у MITRE CVE (Common Vulnerabilities and Exposures) систематизуються дані про вразливості з різних джерел та формуються їх ідентифікатори; група аналітиків NVD (National Vulnerability Database) додає детальні метрики до зафіксованих вразливостей, база постійно оновлюється і є фактичним стандартом для оцінювання ризиків ІБ; VulDB (Vulnerability Database) являє собою комерційне рішення, яке характеризується доволі широким функціоналом та оперативністю реагування на нові загрози.

У роботі проаналізовано 5 основних баз даних (MITRE CVE, NVD, VulDB, OSV (Open Source Vulnerabilities), Exploit Database (OffSec)), а також 5 додаткових платформ, які регулярно публі-

кують інформацію про вразливості та загрози. Серед них – національні CERT-центри (CERT-UA, US-CERT, CERT-EU) та галузеві платформи (FIRST, ENISA Threat Landscape). Порівняння дозволяє визначити їх сильні та слабкі сторони, а також сформувати практичні рекомендації щодо використання цих ресурсів для оцінювання ризиків ІБ та навчальних завдань.

Зауважимо, що статистичні відомості про базу NVD розгорнуто представлені на NVD Dashboard [2], проте для доповнення можливостей з візуалізації даних про вразливості на Python розроблений програмний засіб. Програма автоматично отримує дані з API NVD за заданий період, перетворює їх у таблицю з оцінками CVSS та рівнями критичності, а також будує діаграму розподілу загроз (рис. 1) та експортує результати у CSV-файл для подальшого аналізу.

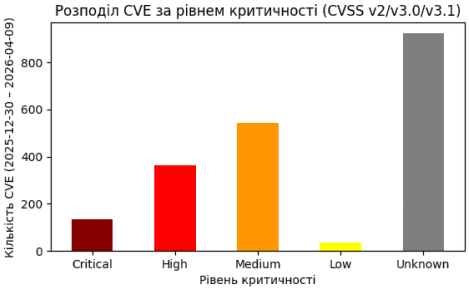


Рис. 1. Приклад розподілу результатів оцінювання за рівнем критичності вразливостей у базі NVD за останні 100 днів

Для навчальних цілей важливо не лише мати доступ до баз даних вразливостей, а й забезпечити їх наочне представлення. Ознайомлення з функціоналом таких ресурсів у поєднанні з графіками, таблицями та прикладами дозволяє краще зрозуміти принципи класифікації загроз і практичне застосування даних для оцінювання ризиків ІБ.

Список використаних джерел

1. Boyanov, Petar Kr. (2025). A Comparative Analysis of Modern Vulnerability Systems and Databases. *Journal Scientific and Applied Research*. Shumen, Bulgaria: Konstantin Preslavsky University Press, Vol. 28, No. 1. DOI: 10.46687/jsar.v28i1.436
2. National Vulnerability Database. [Online] URL: https://nvd.nist.gov/

Олексій Вержак
Науковий керівник – проф. Маханець О.М.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР ЕЛЕКТРОНА У «ВІДКРИТІЙ» НАПІВПРОВІДНИКОВІЙ ЦИЛІНДРИЧНІЙ КВАНТОВІЙ ТОЧЦІ

Переважна більшість теоретичних досліджень наногетероструктур стосуються так званих «закритих» систем, тобто таких, у яких зовнішнє середовище є максимальним потенціальним бар'єром для квазічастинок (електронів, дірок, екситонів) [1, 2]. У таких системах стани з енергією квазічастинок меншою, ніж потенціал зовнішнього середовища, завжди стаціонарні. Втрати енергії збуджених квазічастинок (наприклад екситонів) можливі лише за рахунок їхньої взаємодії з іншими квазічастинками або полями.

«Відкриті» наногетероструктури цікаві тим, що, на відміну від «закритих», у них завжди існує можливість проникнення квазічастинок через потенціальний бар'єр у зовнішнє середовище, що створює додатковий канал релаксації енергії збуджених у квантовій ямі квазічастинок. Така особливість «відкритих» систем може мати важливе значення для створення «безінерційних» швидкодіючих приладів.

У даній роботі теоретично досліджено спектр електрона у циліндричному напівпровідниковому квантовому дроті, який містить квантову точку, оточену двома однаковими квантовими антиточками.

Отже, розглядається комбінована наноструктура, що складається із напівпровідникової квантової дротини, що містить квантову точку, оточену двома однаковими квантовими антиточками. Радіус нанодроту, квантової точки і обох антиточок ρ_0, висоти точки і антиточок h_0 та h_1 відповідно (рис.1).

Унаслідок скінченності висоти і ширини потенціальних бар'єрів обох антиточок, квантовий дріт є відкритою квазіодновимірною системою, а тому квазічастинки мають можливість проникати крізь потенціальні бар'єри, і їхні стани – квазістаціонарні з певним скінченним часом життя.

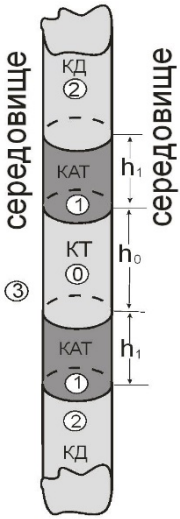


Рис. 1. Геометрична схема наноструктури

Квазістаціонарний спектр електрона у такій наноструктурі розраховується в межах формалізму S -матриці. Аналітичний вираз для відповідної S -матриці отримується як розв'язок стаціонарного рівняння Шредінгера. Згідно із загальною теорією, при достатньо потужному потенціальному бар'єрі полюси знайденої S -матриці в комплексній площині енергій визначають резонансні енергії електрона і резонансні ширини квазістаціонарних станів.

Для досліджуваної наноструктури на основі напівпровідників $\beta - HgS$ і $\beta - CdS$ виконувався числовий розрахунок залежності резонансних енергій і часів життя (час життя безпосередньо пов'язаний із резонансною шириною енергетичного рівня через співвідношення невизначеностей Гейзенберга) електрона від геометричних параметрів такої відкрито-закритої наноструктури.

Показано, що зі збільшенням висоти циліндричної квантової точки усі резонансні енергетичні рівні зсуваються в область менших енергій, а часи життя у відповідних квантових станах – збільшуються. Із загального аналізу випливає, що всі електронні стани є двічі виродженими за магнітним квантовим числом m (окрім $m = 0$). Крім того, може існувати також випадкове виродження різних квантових станів.

Квазістаціонарні стани електрона Брейт-Вігнерівського типу з потенціальними бар'єрами товщиною у кілька моношарів добре локалізовані у просторі циліндричної квантової точки, а тому мають достатні часи життя і можуть спостерігатися експериментально.

Список використаних джерел

1. Makhanets O. M., Gutsul V. I., Kuchak A. I. *Condensed Matter Physics*. 21(4) 43704 (2018).
2. Makhanets O. M., Gutsul V. I., Koziarskyi I. P. and Kuchak A. I. *Journal of Nano- and Electronic Physics.* 13(2), 02024 (2021).

Євгеній Верхових
Наукова керівниця – проф. Зенкова К.Ю.

РОЗРОБКА ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ У СФЕРІ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Пакування у сфері обслуговування – невід'ємний елемент сервісної інфраструктури та логістичного забезпечення реалізації продукції. Пакування забезпечує належні умови збереження та транспортування харчових виробів і напоїв, задає їхні органолептичні властивості, температурний режим і цілісність під час видачі споживачеві.

Функціональне призначення пакування в закладах громадського харчування має багатовимірний характер. Передусім воно виконує захисну функцію, запобігаючи механічним пошкодженням, проливанню рідин, впливу зовнішніх факторів та мікробіологічному забрудненню. Інформаційна складова реалізується через маркування, фірмову символіку, зазначення складу продукції, алергенів, терміну придатності. Естетична функція пов'язана з формуванням іміджу закладу, адже візуальна айдентика підсилює впізнаваність бренду.

Метою даного дослідження є розроблення дизайну та конструктивного рішення паперового стаканчика для гарячих напоїв із урахуванням вибору матеріалу, особливостей графічного оформлення, способу друку та технологічних параметрів виготовлення. Як основний матеріал використано харчовий картон із внутрішнім поліетиленовим покриттям, що забезпечує необхідні бар'єрні властивості, герметичність та стійкість до впливу вологи й високих температур. До основних вимог, що висуваються до пакування для кафе та кав'ярень, належать:

- використання матеріалів, безпечних харчових матеріалів;
- термо- та вологостійкість;
- жиростійкість для запобігання протіканню та деформації;
- достатня механічна міцність під час транспортування й доставки;
- ергономічність конструкції;
- відсутність гострих країв та елементів;
- екологічна безпечність та можливість.

Конструктивне рішення передбачає застосування одношарової або двошарової структури стаканчика, де додатковий зовнішній шар виконує теплоізоляційну функцію, підвищуючи комфорт викорис-

тання. Форма виробу виготовляється шляхом висікання розгортки з подальшим формуванням та склеюванням, при цьому точність ліній різання і згину безпосередньо впливає на геометричну стабільність готового виробу [1].

Для нанесення графічного оформлення обрано технологію флексографічного або цифрового друку, що забезпечує достатню якість відтворення лінійної графіки, стабільність кольорів та економічну доцільність при виготовленні великих тиражів. Використання фарб, адаптованих до харчового пакування, гарантує безпечність контакту з продукцією та стійкість зображення до стирання й зовнішніх впливів [2]. Графічне оформлення стаканчика виконано у стилі лінійної коміксної ілюстрації з використанням обмеженої кольорової гами. Такий підхід забезпечує високий рівень контрастності, читабельність елементів та формує сучасний візуальний образ, (рис. 1).

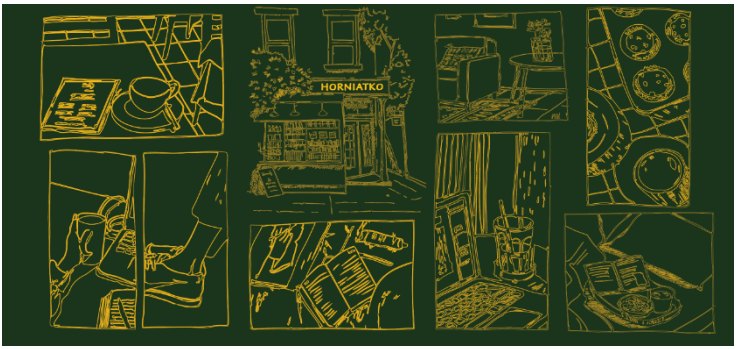


Рис. 1. Макет дизайну паперового стаканчика

Результатом виконаної роботи є розроблений дизайн та конструктивне рішення пакування для гарячих напоїв, що поєднує функціональність, технологічну доцільність та естетичну привабливість. Запропоноване рішення може бути впроваджене у виробництво пакувальної продукції для кав'ярень та закладів громадського харчування з метою підвищення конкурентоспроможності та формування впізнаваного бренду.

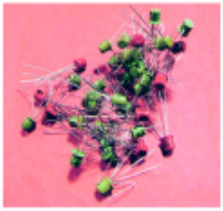
Список використаних джерел

1. https://pack.ua/uk/articles/upakovka-stati/kartonnyye-korobki-stati-iobzory/tekhnologii-proizvodstva-upakovki-kak-sozdayutsya-kartonnyyekorobki-i-syrye-iz-kotorogo-ikh-delayut-chast
2. https://branda.company/?utm_source=chatgpt.com

Павло Гаврилюк
Науковий керівник – асист. Микитюк П.Д.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МЕТРОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Проведений аналіз сфер застосування створених в інституті термоелектрики термоелектричних перетворювачів (ТП) метрологічного призначення довів, що, завдяки простій конструкції, автономності та високій надійності, термоелектричні перетворювачі залишаються незамінним інструментом у вимірювальній техніці. Вони масово застосовуються для калібрування еталонних термометрів, контролю складних промислових процесів, державної повірки засобів вимірювання, а також як робочі еталони у національних метрологічних центрах. Здатність миттєво реагувати на зміни температури та працювати в екстремальних умовах робить їх незамінними елементами багатьох спеціальних пристроїв, призначених для захисту від наведених хаотичних сигналів, що впливають на роботу бортової електронної апаратури. Нижче наведено інформацію про характеристики ТП.



Призначення - вимірювання ефективних значень несинусоїдальних сигналів при визначенні потужності в тиристорних регуляторах, при перевірці систем зв'язку, високочастотних струмів у авіації, на транспорті та пересувному обладнанні, величини наведених струмів у колах, контроль рівня шумів у звуковому діапазоні частот та ін.

Переваги:
- висока чутливість
- здатність до перевантаження
- висока вихідна ЕРС
- розширений діапазон частот

№	Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
1.	Опори нагрівників, Ом	1-12
2.	Номінальний струм, мА	5
3.	Номінальна ЕРС, мВ, не менше	9
4.	Здатність до перевантаження, % від ном. струму	120
5.	Опір ізоляції, МОм, не менше	50
6.	Опір термопари, Ом, не більше	7
7.	Постійна часу, с, не більше	1.5
8.	Маса, г	0.5

Особливо успішним варіантом застосування ТП є спільна розробка Інституту термоелектрики і КПІ (м. Київ), що дозволила створити вторинний військовий еталон одиниці електричної напруги від 0,1 В до 1000 В змінного струму в діапазоні частот від 10 Гц до 30 МГЦ (ВВЕТУ 08-07-01-09, уведений у дію наказом Міністра оборони України.

Для створення такого еталону використані створені в Інституті термоелектрики диференційні термоелектричні перетворювачі типу ДТНП-6, основні параметри і характеристики яких показано нижче.



Призначення - створення еталонів і зразкових засобів вимірювання змінного струму в широкому діапазоні частот

Прийнятий на озброєння згідно наказу Міністра оборони України № 529 від 18.10.2010 року.

Переваги:
- **підвищена стабільність**
- **здатність до перевантаження**
- **ідентичність вольт-амперних характеристик входів**
- **підвищена швидкодія**
- **розширений діапазон частот**

№	Назва параметру, одиниця вимірювання	Значення
1.	Опори нагрівників, ОМ	90-100
2.	Номінальний струм, мА	7.5
3.	Номінальна ЕРС, мВ, не менше	20
4.	Здатність до перевантаження, % від ном. струму	300
5.	Ємність між виводами нагрівників і термобатареї, пФ	2.5
6.	Висота (без врахування виводів), мм	15
7.	Діаметр, мм	32
8.	Маса, г	70

Наведена інформація далеко не повною мірою характеризує можливості практичного застосування ТП, розроблених Інститутом термоелектрики. Наявна матеріально-технічна база та інтелектуальний потенціал інституту дозволяє вирішувати важливе для України – створення національного еталону одиниці напруги у згаданому діапазоні частот.

Список використаних джерел

1. ДСТУ IEC 60751:2012
2. Mykytiuk P., Mykytiuk O. (2021). On the issue of choosing thermocouple material for thermal converters of metrological purpose. *Journal of Thermoelectricity*, № 3. P. 51–59.
3. Анатичук Л. І., Микитюк П. Д. (2020). *Термоелектрика. Том 5: Метрологія термоелектричних матеріалів.* Чернівці: Букрек. 180 с.

Сергій Гаврилюк
Науковий керівник – асист. Лисько В.В.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОННОГО ПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗЛИТКІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ТЕЛУРИДУ ВІСМУТУ З КВАДРАТНИМ ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ

Сучасний ринок термоелектричних перетворювачів енергії щороку зростає на ~10.6% , а обсяги виробництва станом на 2026 рік перевищують 70 млн одиниць. При цьому основними матеріалами для них залишаються сплави на основі телуриду вісмуту. Одним із ключових етапів виробництва таких матеріалів є розрізання вирощених злитків на гілки термоелементів. Використання традиційних злитків із круглим перерізом призводить до суттєвих втрат матеріалу (20-30%) через велику кількість бракованих гілок по периметру диска та зростання ціни термоелектричної продукції. Тому важливою та актуальною задачею є перехід до вирощування злитків із квадратним перерізом, що дозволяє мінімізувати ці втрати.

У роботі за допомогою середовища COMSOL Multiphysics проведено комп'ютерне моделювання методу вертикального зонного плавлення для отримання злитків з квадратним перерізом. Фізична модель, наведена на рис. 1, враховує процеси теплопровідності, конвекції та випромінювання, а також виділення/поглинання прихованої теплоти фазового переходу на фронтах кристалізації та розплаву.

Основною передумовою для досягнення високої якості отриманого монокристалу є максимально плоский фронт кристалізації та великий градієнт температури на ньому. Шляхом моделювання проаналізовано вплив матеріалу контейнера (графіт, кераміка, кварцове скло), геометрії контейнера, нагрівача та охолоджувачів, а також температурних режимів на форму фронту кристалізації.

Як показали результати моделювання, регулюванням температури нагрівача (840–920 °C) у всіх випадках вдається досягти задовільної площинності фронту кристалізації.

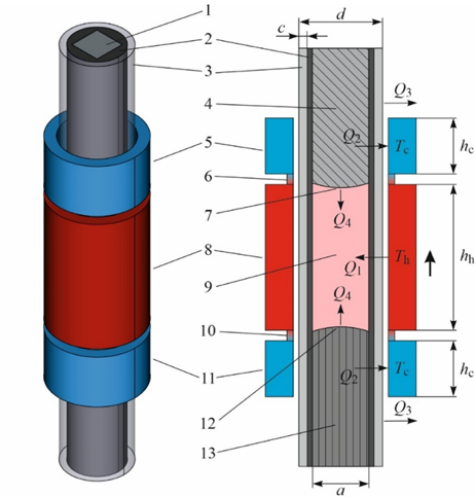


Рис. 1. Фізична модель процесу вирощування термоелектричного матеріалу методом вертикального зонного плавлення:
1 – термоелектричний матеріал, 2 – контейнер, 3 – кварцова ампула, 4, 13 – термоелектричний матеріал у твердій фазі, 5, 11 – охолоджувачі, 6, 10 – елементи кріплення, 7, 12 – фронти розплаву/кристалізації, 8 – нагрівник, 9 – зона розплаву

Матеріал контейнера суттєво впливає на градієнт температури – він зростає зі зменшенням теплопровідності матеріалу стінок. Найвищий градієнт температури забезпечує кварцове скло (понад 130 К/см). Проте через складність його виготовлення кераміка є найбільш оптимальним та технологічним варіантом для промислового виробництва.

Отримані дані дозволяють оптимізувати конструкцію технологічного обладнання та підвищити вихід придатного матеріалу при виготовленні термоелектричних модулів.

Список використаних джерел

1. Lysko, V., Kuz, R., Razinkov, V., & Havryliuk, S. (2025). Computer Simulation of the Vertical Zone Melting Method for Manufacturing Ingots of Bismuth-Telluride-Based Thermoelectric Materials with a Square Cross-Section. *Journal of Thermoelectricity*, (1), p. 48–59.
2. COMSOL Multiphysics, v. 6.0. www.comsol.com.

Євгеній Герман, Борис Писарюк
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА РЕВЕРСИВНОГО СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Транспортні системи сучасного світу є основою економічного розвитку та мобільності суспільства. Одним із важливих елементів транспортної інфраструктури виступають реверсивні переправи, що дозволяють оптимізувати рух транспорту в умовах обмеженої пропускної здатності. Використання реверсивних світлофорів забезпечує безпеку, впорядкованість руху та раціональне використання дорожнього простору [1]. Сучасний стан розвитку реверсивних світлофорних систем характеризується переходом від класичних рішень із фіксованим часом перемикання до інтелектуальних комплексів, що застосовують сенсори, відеоаналітику та алгоритми штучного інтелекту [2]. У світовій практиці активно впроваджуються «розумні» світлофори, інтегровані з міськими транспортними мережами та системами IoT, які забезпечують адаптивне керування рухом у реальному часі [3]. В Україні дослідження зосереджені на оптимізації локальних світлофорних об'єктів, підвищенні їх енергоефективності та мобільності, що є важливим для тимчасових переправ і ремонтних ділянок.

Саме тому створення енергоефективної системи реверсивного світлофорного регулювання з автономним живленням, здатної забезпечити безперервний та безпечний рух транспортних засобів навіть у складних умовах експлуатації є надзвичайно актуальних завданням.

Структурна схема розробленої реверсивної світлофорної системи переправного типу відображена на рис. 1. Центральним елементом системи є мікроконтролер (МК) Arduino Nano, який завдяки компактності та низькому енергоспоживанню придатний для інтеграції у світлофорні блоки з автономним живленням. Він забезпечує реалізацію адаптивних алгоритмів керування транспортними потоками, включаючи зміну тривалості сигналів залежно від інтенсивності руху, енергетичний моніторинг, пріоритетні режими для екстрених служб та інтеграцію сенсорів і IoT-модулів.

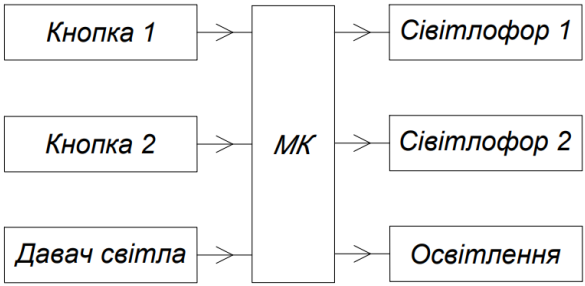


Рис. 1. Блок-схема розробленої системи

Дані щодо інтенсивності транспортного потоку від сенсорних модулів обробляються МК, який визначає напрямок із найбільшою інтенсивністю руху, оцінює енергетичний баланс системи та формує рішення щодо тривалості сигналів і режиму роботи світлофора. Для підвищення ефективності роботи система може переходити у режим енергозбереження, а також передбачено активацію пріоритетних сценаріїв для забезпечення проїзду екстрених служб. Практична реалізація підтвердила працездатність системи, її адаптивність та енергоефективність, що забезпечує можливість використання на тимчасових переправах і ремонтних ділянках.

Список використаних джерел

1. Трушевський, В. Е. (2024). Особливості розташування і підключення транспортних світлофорів при регулюванні. *Національний університет «Запорізька політехніка».* https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.2/18 (doi.org in Bing)
2. Беленчук, О. В., Попович, Н. І., & Кононенко, А. О. (2024). Ефективність застосування світлофорів та їхня роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху. *Дороги і мости,* 30, 353–359. https://doi.org/10.36100/dorogimosti2024.30.35 (doi.org in Bing)
3. Кононенко, А. О., & Нагребельна, Л. П. (2022). «Розумний світлофор» – вплив на безпеку дорожнього руху. Автошляховик України, 3, 43–49. https://doi.org/10.33868/0365-8392-2022-3-271-43-4 (doi.org in Bing)

Денис Гідора, Богдан Рябой
Науковий керівник – доц. Браїловський В.В.

ЧАСТОТНО МОДУЛЬОВАНИЙ СИГНАЛ ТА ЙОГО ОТРИМАННЯ

У бездротових системах передавання інформації використовують радіосигнали, в яких інформаційна складова модулює сигнал-носій. В залежності від того, який параметр носійних коливань змінюється під дією модулюючого сигналу, здійснюється класифікація радіосигналів за видами модуляції. Якщо мова йде про аналогові радіосигнали, то розрізняють такі основні різновиди модуляції: а) амплітудна (АМ); б) фазова (ФМ) та в) частотна (ЧМ). Частотна модуляція (Frequency Modulation або FM) набула широкого застосування у радіомовленні та радіозв'язку [1]. Природньо, що частота носійних коливань повинна бути значно вищою за частоту модулюючого інформаційного сигналу [2].

При частотній модуляції амплітуда носійних коливань повинна залишатись постійною, змінюється тільки частота коливань відносно деякого постійного значення. У випадку ЧМ постійне значення частоти має окрему назву – центральна частота. Відхилення частоти носійних коливань від центральної називають девіацією частоти. Саме завдяки девіації частоти ширина спектра частотно модульованого сигналу (типове значення для систем радіомовлення – 200 - 250 кГц) значно більше ширини спектру сигналу з амплітудною модуляцією (10 кГц) [3]. Частотно модульовані сигнали менш чутливі до умов розповсюдження радіохвиль, тому забезпечують вищу якість роботи системи радіозв'язку.

При формуванні ЧМ радіосигналу важлива умова пропорційності залежності частоти носійних коливань від полярності та величини напруги модулюючого сигналу. На рис. 1 зображено схему електричну принципову формувача частотно модульованого радіосигналу, реалізованого на автогенераторі зі зустрічно ввімкненими варикапами (VD_1, VD_2). Таке застосування варикапів зменшує паразитну зміну ємності останніх під впливом генерованого сигналу.

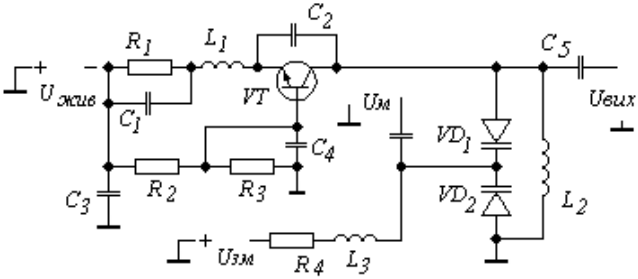


Рис. 1. Схема електрична принципова формувача ЧМ сигналу на основі автогенератора

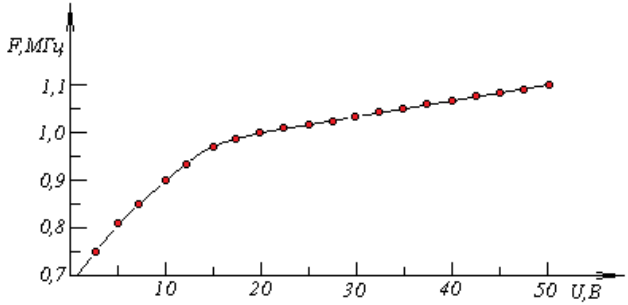


Рис. 2. Залежність частоти генерованих коливань від величини напруги зміщення

У діапазоні напруг зміщення 20-50 В спостерігається достатньо висока лінійність залежності частоти генерованих коливань від напруги. При напрузі зміщення 35 В частота генерованих коливань (центральна частота) становить 1,05 МГц. Якщо амплітуда модулюючого сигналу становитиме 15 В, то величина девіації частоти – порядка 50 кГц. В області лінійності характеристики (рис. 2) крутизна перетворення напруга – частота рівна 3 кГц/В.

Список використаних джерел

1. https://byjus.com/jee/frequency-modulation/
2. https://www.heavy.ai/technical-glossary/frequency-modulation
3. https://www.electronics-notes.com/articles/radio/modulation/frequency-modulation-fm.php

Денис Голінатий
Науковий керівник – доц. Константинович І.А.

ТЕРМОМАГНІТНИЙ ГЕНЕРАТОРНИЙ ЕЛЕМЕНТ

Термоелектричні прилади й системи нині широко використовуються в різних сферах промисловості, зокрема в медицині, космічній галузі, оборонному секторі, енергетиці, холодильній техніці та приладобудуванні. Подальший розвиток цього напряму пов'язаний як із дослідженням уже відомих, так і зі створенням нових термоелектричних матеріалів і елементів, зокрема для вироблення електричної енергії за умови дії магнітного поля та за наявності поперечного температурного градієнта [1-2]. Термомагнітні генераторні елементи мають ряд переваг порівняно з традиційними аналогами, серед яких – відсутність паяних з'єднань, що дає можливість регулювати вихідну напругу, а також підвищує надійність і технологічність конструкції. Поряд із вищезазначеними факторами доцільно було дослідити проникні елементи в магнітному полі. Традиційні термоелементи вивчаються вже тривалий час, тоді як вплив магнітного поля на їхні характеристики залишається недостатньо дослідженим.

Для дослідження розподілу температури в термомагнітному елементі (рис. 1) побудовано його фізичну модель для елементів різних розмірів і форм у програмному середовищі COMSOL Multiphysics версії 6.2.

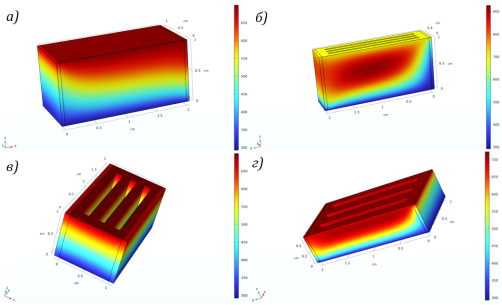


Рис. 1. Розподіл температур для суцільного термомагнітного елемента прямокутної форми та різних проникних елементів (а. – суцільний, б. – b = 2h, в. – b = h, г. –b = h/2)

На рис. 2 показано залежність ККД η від температури для суцільного термомагнітного елемента прямокутної форми та термомагнітних проникних елементів різної форми.

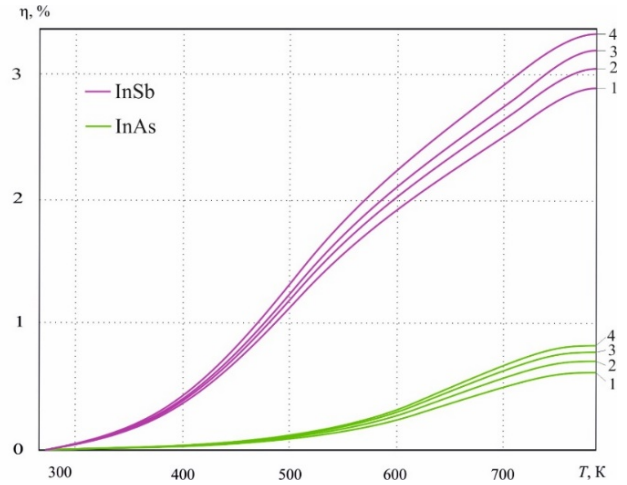


Рис. 2. Залежність ККД від температури для суцільного термомагнітного елемента прямокутної форми та термомагнітних проникних елементів різної форми (1 – суцільний; 2 – b = 2h; 3 – b = h; 4 – b = h/2)

З рис. 2 випливає, що для матеріалу InSb ККД проникного елемента (4) становить близько 3.3 % у температурному діапазоні 280–780 К за індукції магнітного поля 1.2 Тл, що приблизно у 1.2 рази перевищує відповідний показник для звичайного термомагнітного елемента прямокутної форми.

Список використаних джерел

1. Konstantynovych I.A., Rendigevich O.V. (2016). On the efficiency of gyrotropic thermoelements in generation mode. *Journal of Thermoelectricity*. № 1. С. 64-69.
2. Konstantynovych I.A., Kuz R.V., Makhanets O.M., Cherkez R.G. (2023). Sectional generator thermoelements in a magnetic field. *Journal of Thermoelectricity*. № 1. С. 75-81.

Степан Горинюк
Науковий керівник – асист. Дворжак В.В., доц. Талах М.В.

СИСТЕМА ТОПОМЕТРИЧНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ДРОНІВ НА ОСНОВІ FOUNDATION MODELS ТА СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ

Навігація безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у середовищах зі слабким або відсутнім сигналом GPS є актуальною проблемою в галузі комп'ютерного зору та робототехніки. Традиційні підходи на основі SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) та класичного feature matching демонструють низьку стійкість до змін освітлення, пір року та наявності динамічних об'єктів у кадрі [1]. У даній роботі пропонується система топометричної локалізації дронів, що використовує сучасні Foundation Models та гібридний pipeline матчингу ознак для визначення координат БПЛА без постійного GPS-сигналу.

Розроблена система реалізує двоетапний алгоритм локалізації. На першому етапі застосовується глобальний семантичний retrieval на основі Foundation Model DINOv2 від Meta [2], яка витягує дескриптори розмірністю 384, стійкі до змін освітлення, тіней та сезонних трансформацій сцени. Бібліотека дескрипторів зберігається у базі даних формату HDF5, що забезпечує компактність зберігання та швидкий доступ. На другому етапі виконується локальний геометричний матчинг: система динамічно обирає між XFeat для швидкості або SuperPoint + LightGlue для максимальної точності [3] у складних сценаріях. Результатом є афінне або гомографічне перетворення, з якого обчислюється метрична позиція дрона.

Важливою складовою системи є попередня обробка вхідного зображення. Для підвищення якості в умовах складного освітлення застосовується алгоритм CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization), що дозволяє витягувати текстури з глибоких тіней. Окрім того, нейромережева модель YOLOv11-Seg виконує сегментацію та автоматичне маскування рухомих об'єктів (транспортних засобів, пішоходів), забезпечуючи прив'язку виключно до стабільної геометрії місцевості.

GPS-калібрування системи реалізовано через мультиякірний підхід. Оператор інтерактивно задає 3 або більше GPS-якорів у різних кадрах еталонного відеозапису, після чого система автоматично виконує «хвильову» пропагацію координат для всіх проміжних кадрів бази даних за допомогою нейромережі LightGlue. Калібрувальні дані серіалізуються у форматі JSON з підтримкою версіонування (поточна версія 2.2) та зворотною сумісністю з попередніми форматами v1.0 і v2.0.

Для підвищення стабільності позиціонування реалізовано інтелектуальний трекінг на основі фільтра Калмана з 4-вимірним вектором стану [x, y, vx, vy] та динамічним оновленням матриць переходу залежно від часового інтервалу між кадрами dt. Детекція аномалій траєкторії виконується за критерієм Z-score у рухомому вікні спостережень з автоматичним скиданням при виявленні послідовних викидів.

Тестування проводилось на відеозаписах з висот 50–150 м в умовах змінного освітлення та динамічних об'єктів. Двоетапний pipeline (DINOv2 + LightGlue) продемонстрував стійку роботу там, де класичний SIFT-based matcher втрачав відповідності. Confidence score формується як зважена комбінація inlier ratio (70%) та геометричної стабільності гомографії (30%).

Практична цінність розробки – застосування у моніторингу інфраструктури, картографуванні та автономному патрулюванні в GPS-denied середовищах. Подальший розвиток передбачає перехід до UTM-проєкції, впровадження MAGSAC++ замість RANSAC та розширення інтеграційного тестового покриття.

Список використаних джерел

1. Sarlin P.-E., DeTone D., Malisiewicz T., et al. (2020). SuperGlue: Learning Feature Matching with Graph Neural Networks. Proceedings of CVPR. P. 4938–4947.
2. Oquab M., Darcet T., Moutakanni T., et al. (2024). DINOv2: Learning Robust Visual Features without Supervision. Transactions on Machine Learning Research. URL: https://arxiv.org/abs/2304.07193
3. Lindenberger P., Sarlin P.-E., Pollefeys M. (2023). LightGlue: Local Feature Matching at Light Speed. Proceedings of ICCV. P. 17627–17638.

Дмитро Госик
Науковий керівник – асист. Іванський Д.І.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АНАЛІЗУ 3D-ОРІЄНТАЦІЇ ПООДИНОКИХ МОЛЕКУЛ У КОНФОКАЛЬНІЙ МІКРОСКОПІЇ

Аналіз просторової орієнтація поодиноких флуоресцентних молекул пов'язаний із визначенням напрямку їх дипольного моменту переходу [1]. Для аналізу дипольного моменту (поглинання чи випромінювання) традиційно використовують поляриметричні методи [2]. В залежності від типу дипольного моменту, флуоресценція збуджується плоскою хвилею або структурованим світлом з повздовжньою компонентою поля (сильно сфокусованим пучком). Детектування може відбуватися як в дальному полі (конфокальна мікроскопія), так і в ближньому (скануюча мікроскопія ближнього поля).

На відміну від поляриметричного визначення орієнтації дипольного моменту [1-2], що передбачає аналіз декількох розподілів інтенсивності, передбачається застосувати машинне навчання, щоб мінімізувати кількість вимірювань, вплив апаратного шуму та людського фактора під час аналізу сканограм.

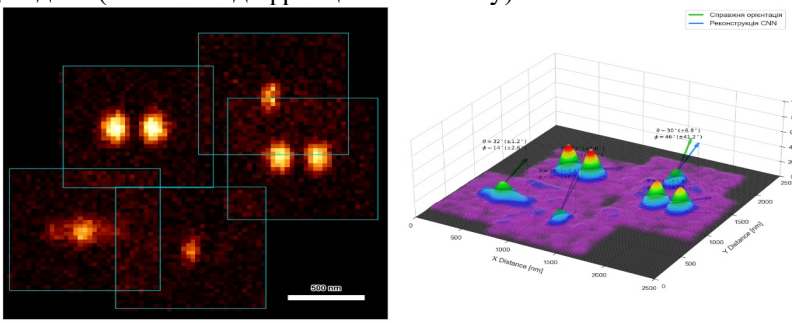
Для збудження флуоресценції молекул використовується сфокусований лазерний пучок типу Ерміта-Гаусса (HG_{10}) [1]. Наявність сильної поздовжньої компоненти електричного поля (E_z) у такому пучку забезпечує високу чутливість до молекул, орієнтованих перпендикулярно до площини зразка.

Мета роботи – розробка фізичної моделі та нейромережевого алгоритму для взаємодії з масивами оптичних даних (розподілами інтенсивності флуоресценції), щоб забезпечити визначення полярного (θ) та азимутального (ϕ) кутів орієнтації диполів. На базі фізичної моделі згенеровано набори даних у вигляді ідеальних та зашумлених флуоресцентних відгуків молекул. Розробка моделі проводилася мовою програмування Python. Взаємодія з масивами даних в нейромережі реалізовується через згорткові шари (CNN) і для цього використовується власна архітектура на

базі фреймворку PyTorch [3]. Для оптимізації навчання на масиві з ~30 000 датасетів було створено механізм обмеження вихідних значень (Sigmoid), що дозволяє суворо фіксувати передбачені кути в діапазоні від 0° до 90°.

Результати валідації алгоритму демонструють високу кореляцію між передбаченими та справжніми значеннями кутів ($R^2 \approx 0{,}92 – 0{,}98$) з середньою абсолютною похибкою δ не більше 2–5°, що підтверджує високу стійкість мережі до шуму рівня 5%.

На рис. 1 зображено графічний результат роботи, що демонструє локалізацію випромінювачів на сканограмі (а) та реконструкцію 3D-векторів їх орієнтації (б). У подальшому планується вдосконалити модель, врахувавши вплив апаратної функції розмиття точки (PSF) детектора, а також навчити алгоритм обробляти дані для молекул, що знаходяться дуже близько одна до одної (за межею дифракційного ліміту).



а б

Рис. 1. Конфокальна сканограма поля зору 2.5×2.5 мкм (а) та реконструйована 3D-мапа просторових орієнтацій диполів (б)

Список використаних джерел

1. Novotny L., Hecht B. (2012). Principles of Nano-Optics. Cambridge University Press. 584 p.
2. Zhang O., Lew M. D. (2024). Single-molecule orientation-localization microscopy: Applications and approaches. *Quarterly Reviews of Biophysics*. Vol. 57, Art. e17. URL: https://doi.org/10.1017/S0033583524000167
3. PyTorch Documentation. *PyTorch*. URL: https://pytorch.org/docs/stable/index.html.

Іван Греневич
Науковий керівник – проф. Добровольський Ю.Г.

ВИСОКОНАВАНТАЖЕНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ЗАМОВЛЕНЬ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Зростання обсягів електронної комерції та інтенсивності цифрових транзакцій висуває дедалі жорсткіші вимоги до продуктивності серверних систем. Пікові навантаження здатні у рази перевищувати середні показники, а затримка в обробці замовлення безпосередньо погіршує досвід користувача та призводить до фінансових втрат.

Для виконання цього завдання традиційно застосовується монолітна архітектура, де всі функціональні модулі зібрані в єдиному застосунку. Попри простоту розгортання, придатність такого підходу в умовах зростаючого навантаження знаходиться на низькому рівні: неможливість незалежного масштабування окремих компонентів унеможливлює ефективне горизонтальне масштабування, а будь-який модуль є потенційною точкою відмови для всієї системи. Тісна зв'язність компонентів додатково ускладнює оновлення та тестування, збільшуючи ризики при кожному релізі.

З огляду на зазначені обмеження, у межах цієї роботи пропонується мікросервісна архітектура із двох незалежних сервісів, з'єднаних через Apache Kafka як брокер повідомлень. Перший сервіс приймає замовлення через REST API, другий – обробляє їх асинхронно і зберігає результат у PostgreSQL. Слабка зв'язність досягається повною відсутністю прямої залежності між сервісами на рівні коду. Для підтвердження обробки використовуватиметься механізм підтвердження (message acknowledgement) та механізм ручного фіксування змін (manual commit), а стійкість до помилок забезпечує Dead Letter Topic. Обидва сервіси реалізовані на Apache Camel без надлишкових фреймворкових залежностей.

Запропонований підхід дає змогу усунути ключові недоліки монолітного рішення та забезпечує якісно інший рівень продуктивності й надійності:

1. Архітектура підтримує незалежне горизонтальне масштабування кожного сервісу та ізоляцію відмов – збій одного компонента не впливає на роботу іншого.
2. Партиціювання Kafka дозволяє розпаралелити обробку між кількома екземплярами споживача.
3. Пул з'єднань перед PostgreSQL скорочує споживання ресурсів бази даних приблизно на 40%.
4. За цільового навантаження від однієї до десяти тисяч запитів на секунду очікується підвищення пропускної здатності на 60-80% порівняно з монолітним рішенням при аналогічних апаратних ресурсах.
5. Гарантії доставки Kafka унеможливлюють втрату повідомлень у разі відмови окремого екземпляра, що забезпечує загальну доступність системи на рівні 99,9%.

Список використаних джерел

1. Claude AI – https://claude.ai/new
2. High-load Systems – https://digitalmara.com
3. How Coupled Are Your Microservices? – https://javapro.io
4. Apache Camel Documentation – https://camel.apache.org/docs/
5. Apache Kafka – https://kafka.apache.org/42/

Максим Гречак
Науковий керівник – доц. Гавриляк М.С.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛІВ

Ефективність роботи сучасних сонячних електростанцій, зокрема систем керування інверторами та накопичувачами енергії, критично залежить від точності вимірювальної інформації. Сигнали від первинних перетворювачів (датчиків освітленості, температури, струму) часто піддаються впливу електромагнітних завад та апаратного шуму. Це призводить до похибок у роботі алгоритмів відстеження точки максимальної потужності (MPPT). Тому завдання цифрової фільтрації вимірювальних сигналів у реальному часі актуальне [1].

Метою роботи є моделювання вимірювального каналу датчика освітленості (інсоляції) та дослідження ефективності застосування цифрового фільтра низьких частот для підвищення співвідношення сигнал/шум і зменшення середньоквадратичної похибки вимірювання.

Дослідження проведено в середовищі математичного моделювання MATLAB. Змодельовано ідеальний сигнал інсоляції протягом світлового дня, який має форму, наближену до гармонічної. Для імітації реальних умов експлуатації до ідеального сигналу додано адитивний білий гауссівський шум (AWGN), що імітує тепловий шум датчика та зовнішні електромагнітні наведення. Для обробки зашумленого вимірювального сигналу застосовано фільтр Баттерворта 2-го порядку. Оцінка ефективності фільтрації здійснювалася за критерієм середньоквадратичної похибки (MSE).

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - x_{ni})^2,$$

де N – кількість відліків, x_i – значення ідеального сигналу, x_{ni} – значення отриманого (зашумленого або відфільтрованого) сигналу.

У результаті моделювання було отримано масиви даних ідеального, зашумленого та відфільтрованого сигналів. Розрахунки показали, що наявність шуму вносить значну похибку у вимірювальний канал. Застосування цифрового фільтра Баттерворта дозволило ефективно згладити високочастотні пульсації без суттєвого фазового зсуву (завдяки двонаправленій фільтрації). Показник MSE після цифрової обробки знизився у кілька разів порівняно з необробленим сигналом датчика.

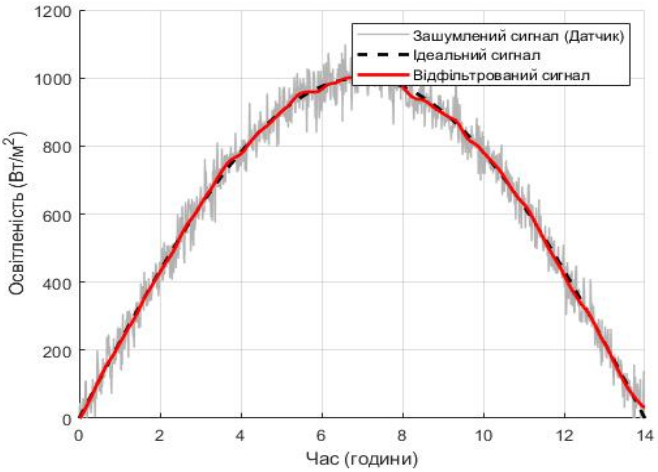


Рис.1. Моделювання роботи датчика в системі моніторингу

Упровадження алгоритмів цифрової фільтрації у мікроконтролери систем збору даних сонячних станцій дозволяє суттєво підвищити достовірність вимірювальної інформації. Використання фільтра Баттерворта продемонструвало високу ефективність у зменшенні апаратних шумів, що у перспективі забезпечить більш стабільну роботу силового обладнання (інверторів) та підвищить загальний коефіцієнт корисної дії станції.

Список використаних джерел

1. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.

Роман Григорчук
Науковий керівник – доц. Лазорик В.В.

АНАЛІЗ ТЕКСТУ З ФОТО ЧЕКІВ НА ВЕБСЕРВІСІ

У сучасному світі мобільні сайти стають невід'ємною частиною повсякденного життя. Одним із напрямів розвитку мобільних технологій є автоматизація обробки інформації з паперових документів. Значна кількість користувачів щодня отримує касові чеки з продуктами, однак зберігати або аналізувати їх вручну – незручно. У цій роботі розглядається процес розробки вебсервісу, який дозволяє користувачам фотографувати чеки, розпізнавати текст та формувати електронний список придбаних товарів із зазначенням їх назв та кількості.

Розробка реалізована з використанням фреймворку Django для серверної частини та React для клієнтського інтерфейсу. Для розпізнавання тексту використовується ML Kit Text Recognition API або альтернативні OCR-бібліотеки, що інтегруються через сервер. Завантажені зображення обробляються на сервері, після чого отриманий текст аналізується за допомогою регулярних виразів для виділення найменувань товарів, їх кількості та, за потреби, ціни. Дані зберігаються у реляційній базі даних, що забезпечує можливість подальшого доступу та аналізу історії покупок.

Основні етапи роботи веб-сервісу:

1. Завантаження фото чеку через вебінтерфейс.
2. Передача зображення на сервер Django для обробки.
3. Розпізнавання тексту за допомогою OCR-модуля.
4. Парсинг результату для виділення назв товарів та їх кількості.
5. Збереження даних у базу даних.
6. Відображення електронного чеку у вигляді структурованого списку на клієнті React.

Реалізовано також можливість редагування отриманого списку користувачем, експорту даних у формат CSV, передбачено інтеграцію з хмарним сховищем для синхронізації між пристроями.

Додатково впроваджено модуль попередньої обробки зображень, який підвищує якість розпізнавання шляхом корекції контрасту, видалення шумів та поліпшення чіткості. Це дозволяє досягти високої точності навіть у випадках, коли чек сфотографовано під кутом або при недостатньому освітленні.

Для зручності користувача розроблено інтерфейс із розділами: «Новий чек», «Історія» та «Налаштування», де можна обрати мову розпізнавання, тему інтерфейсу та формат експорту.

Перевагою такого підходу є швидкість, доступність з будь-якого пристрою та відсутність необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення. Вебсервіс може бути корисним як для побутових користувачів, так і для малого бізнесу для ведення обліку витрат.

Він може стати частиною більшої системи фінансової аналітики, що дозволяє контролювати витрати, зберігати чеки у хмарі та автоматично класифікувати товари за категоріями.

Отже, результатом роботи є вебсервіс, що дозволяє розпізнавати текст з касових чеків, виділяти найменування та кількість придбаних товарів і зберігати їх у зручному електронному форматі.

Список використаних джерел

1. Django Documentation [URL]: https://docs.djangoproject.com/ (дата звернення: 12.02.2026).
2. React Documentation [URL]: https://react.dev/ (дата звернення: 12.02.2026).
3. ML Kit Text Recognition [URL]: https://developers.google.com/ml-kit/vision/text-recognition (дата звернення: 12.02.2026).

Юрій Гринчик
Науковий керівник – проф. Маханець О.М.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР БІЧНИХ ІНТЕРФЕЙСНИХ ФОНОНІВ У НАПІВПРОВІДНИКОВІЙ НАНОСТРУКТУРІ КВАНТОВА ТОЧКА – КВАНТОВЕ КІЛЬЦЕ

Експериментальні можливості створення різноманітних напівпровідникових наноструктур дозволяють ученим отримувати цілі впорядковані масиви квантових точок, концентричних простих та подвійних квантових кілець з аксіальною симетрією та досліджувати спектри люмінесценції в них [1-2].

Квазічастинки (електрони, екситони, фонони…) у таких наноструктурах мають унікальні властивості, що проявляються при їхній взаємодії між собою та зовнішніми полями. Це дозволяє використовувати їх у приладах сучасної електроніки: напівпровідникові лазери, фотодетектори, елементарні кубіти квантових комп'ютерів. Теоретичні моделі опису поведінки основних квазічастинок у таких наноструктурах також інтенсивно розвиваються і удосконалюються.

У даній роботі теоретично досліджено енергетичний спектр бічних інтерфейсних фононів у напівпровідниковій наноструктурі квантова точка – квантове кільце.

У роботі розглядається наноструктура, що складається із напівпровідникової наноплівки у зовнішньому напівпровідниковому середовищі, яка містить коаксіально розташовані циліндричну квантову точку і нанокільце. Поперечний переріз площиною $z = 0$ такої наноструктури зображено на рис.1.

Згідно з моделлю діелектричного континууму, фононний спектр такої складної наноструктури знаходиться з рівняння руху для вектора зміщення іона в полі поляризації. Потенціал поля поляризації знаходиться як розв'язок рівнянь Максвела для середовищ, які в кінцевому результаті зводяться до рівняння

$$\varepsilon_i(\omega)\nabla^2\Phi_i(\vec{r}) = 0, \qquad (i = 0,1,2,3) \qquad (1)$$

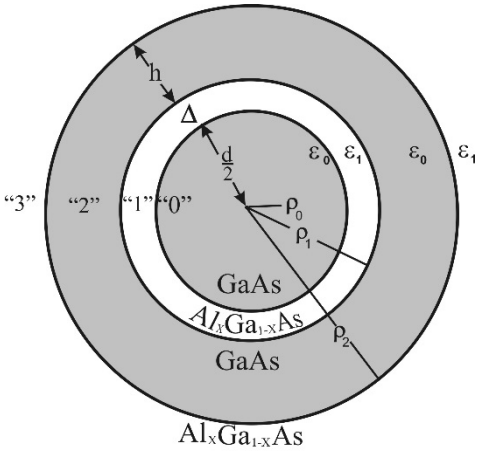


Рис.1. Геометрична схема наноструктури

Розв'язки цього рівняння знаходяться у залежності від граничних умов. Тому виникає два типи інтерфейсних оптичних фононних мод: вершинні поверхневі (*TSO*) з амплітудою, яка зменшується при віддаленні від нижніх і верхніх поверхонь вздовж напрямку z , та бічні поверхневі (*SSO*) з амплітудою, яка зменшується при віддаленні від бічних поверхонь ($\rho = \rho_i,\ i = 0,1,2$) всієї наноструктури.

Встановлено, що енергії бічних інтерфейсних фононів наноструктури мають незначну дисперсію всіх гілок при всіх значеннях квантових чисел. Незалежно від геометричних розмірів елементів наноструктури всі гілки SSO-фононів розташовуються між енергіями поздовжних фононів відповідних масивних напівпровідникових кристалів.

Список використаних джерел

1. Young Joon Hong, Rajendra K. Saroj, Won Park, Gyu-Chul Yi (2021). One-dimensional semiconductor nanostructures grown on two-dimensional nanomaterials for flexible device applications. *APL Mater.* V.9, 060907.
2. Pham V. D., Kanisawa K. and Folsch S. (2019). Quantum Rings Engineered by Atom Manipulation. *Phys. Rev. Lett.* 123 066801.

Мирослав Гринь
Науковий керівник – проф. Саміла А.П.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ОХОРОНИ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ НА ОСНОВІ IOT

Стрімкий розвиток концепції Інтернету речей (IoT) зумовив широке впровадження розподілених сенсорних систем у різних галузях – від промисловості до освітніх установ [1, 2]. IoT-системи дозволяють здійснювати збір та аналіз даних у реальному часі, що суттєво підвищує ефективність управління об'єктами та процесами. У контексті навчальних закладів актуальна задача забезпечення контролю доступу до лабораторій, а також моніторингу параметрів середовища. Традиційні рішення (сигналізація, відеоспостереження) не забезпечують інтегрованого підходу до аналізу подій та не дозволяють реалізувати централізований збір даних. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання LPWAN-технологій, зокрема LoRaWAN, яка забезпечує передачу даних на значні відстані при низькому енергоспоживанні [1]. Метою роботи є розробка IoT-системи моніторингу та охорони лабораторій кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича на базі технології LoRaWAN.

Запропоноване рішення включає кінцеві пристрої, шлюз та хмарну інфраструктуру. На сенсорному рівні використано Tektelic Smart Room Sensor, які функціонують у якості кінцевих вузлів. Вони періодично та подієво передають дані до мережі. Передача даних здійснюється за топологією «зірка», де всі вузли взаємодіють із шлюзом безпосередньо.

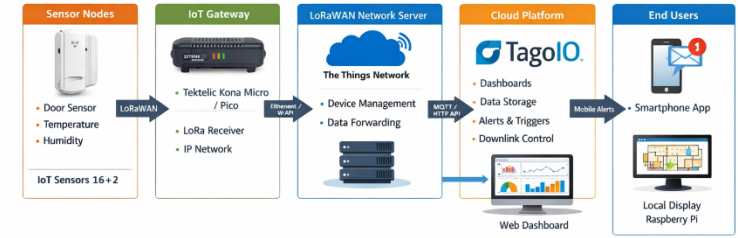


Рис. 1. Архітектура запропонованої IoT-системи

У запропонованій системі використовується шлюз Tektelic Kona Micro Gateway, який виконує роль ретранслятора між сенсорами та IP-мережею. Дані передаються до мережевого сервера The Things Network, який виконує функції обробки пакетів, автентифікації пристроїв та керування мережею [2]. На прикладному рівні використовується платформа TagoIO, яка забезпечує збереження даних, візуалізацію та реалізацію тригерів. Для локальної обробки застосовується мікрокомп'ютер Raspberry Pi 5 16GB.

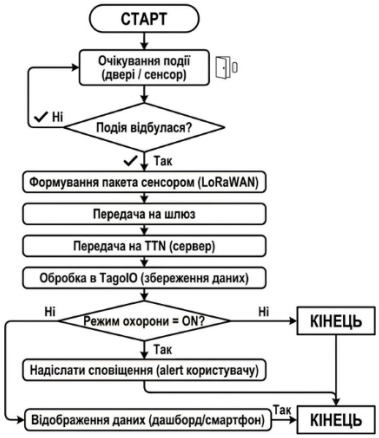


Рис. 2. Алгоритм роботи запропонованої IoT-системи

Алгоритм роботи системи базується на подієво-орієнтованій моделі. Сенсори працюють у режимі періодичного або подієвого передавання даних, що забезпечує енергоефективність. При виникненні події формується пакет даних, який передається через LoRaWAN на шлюз. Далі інформація маршрутизується через TTN до платформи TagoIO [2]. Після обробки даних у хмарі при активному режимі охорони формується сповіщення користувачу.

Список використаних джерел

1. Саміла А. П. (2021). Взаємодія між компонентами систем IoT : навчальний посібник. Чернівці : ЧНУ. 92 с.
3. Babii A., Samila A. (2023). Dual authentication technique for RFID access control systems with increased level of protection. *Security of Infocommunication Systems and Internet of Things. Vol*. 1, No. 1. P. 01011-1–8. DOI: 10.31861/sisiot2023.1.01011.

Андрій Грумеза
Науковий керівник – доц. Архелюк О.Д.

АРХІТЕКТУРА ТА ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖ 6G

Мережі 6G замінять стільникову технологію 5G. Мережі 6G можуть працювати на вищих частотах, ніж мережі 5G, і мати набагато більшу пропускну здатність та меншу затримку. Мета мережі 6G – полегшити спілкування людей один з одним, зменшивши затримку до однієї мікросекунди. 6G використовуватиме ще коротші довжини хвиль у терагерцовому (ТГц) спектрі, який охоплює діапазон частот від 100 ГГц до 3 ТГц, на відміну від 5G, який використовує міліметрові хвилі в мікрохвильовому діапазоні частот. Хоча 5G має значний вплив на мережі радіодоступу (RAN), вплив мереж 6G буде значно більшим через значне збільшення частоти, що мінімізує потребу в антенах майже скрізь. Численні важливі технології мереж 6G показано на рис. 1.

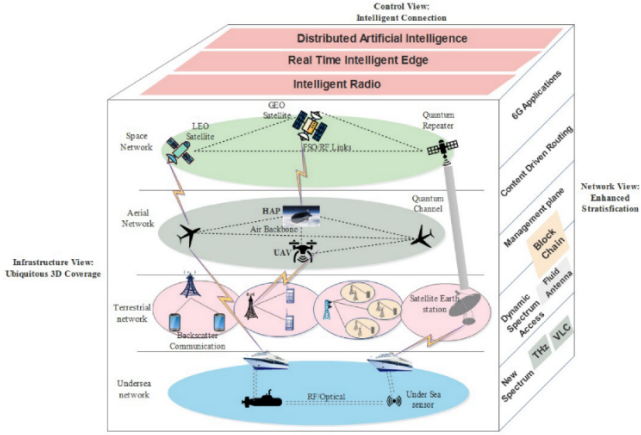


Рис. 1. Архітектура 6G [1]

Швидкість передачі даних – 5G забезпечує швидкість передачі даних 20 Гбіт/с для низхідного каналу та 10 Гбіт/с для висхідного каналу. З іншого боку, 6G пропонує 1 Тбіт/с як для висхідного, так і для низхідного каналу.

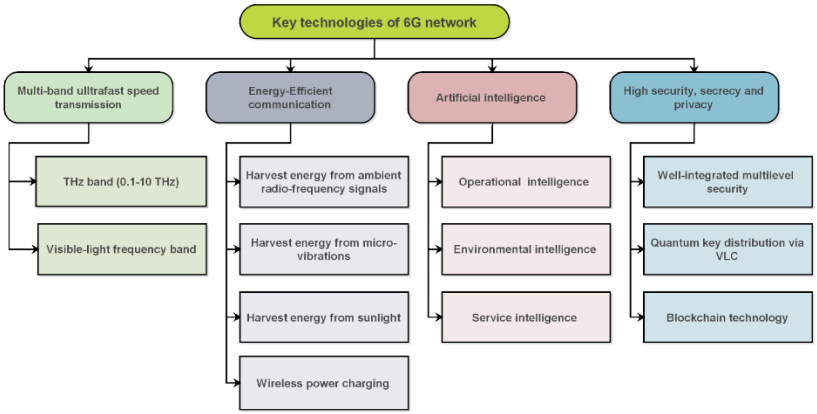


Рис. 2. Ключові технології мережі 6G [2]

Затримка – 5G пропонує затримку близько 1 мс, тоді як 6G прагне досягти затримки менше 1 мкс.

Конструкція 6G включає безкоміркові інтелектуальні поверхні, що працюють на вищих частотах, часові гарячі точки, що генеруються базовими станціями, розміщеними на дронах, та тести з мініатюрними терагерцовими комірками.

Тип пристрою – 5G включає такі пристрої, як смартфони, датчики та дрони. 6G включає гаджети, зокрема розумні імплантати, технології CRAS, XR та BCI, а також гаджети DLT.

Надійність – 5G має надійність 10–5, а 6G – від 10 до 9. Точність локалізації – для мереж 5G, 10 см у 2D та 1 см у 3D для мереж на базі 6G. Залучення клієнтів – 50 Мбіт/с у 2D будь-де для мережі 5G та 10 Гбіт/с у 3D будь-де для мережі 6G.

Список використаних джерел

1. Shahraki, A.; Abbasi, M.; Piran, M.; Taherkordi, A. A comprehensive survey on 6G networks: Applications, core services, enabling technologies, and future challenges. *arXiv* 2021, arXiv:2101.12475. [Google Scholar]
2. 5G, vs. 6G | Difference between 5G and 6G. Available online: https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Difference-between-5G-and-6G.html (accessed on 5 June 2023).

Ольга Грущак, Павло Чубрей
Науковий керівник – доц. Солтис І.В.

ВІЗИТКА БАРБЕШОНУ «BLADE» З РОЗРОБКОЮ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА LANDING PAGE

Актуальність розробки візитної продукції для закладів сфери обслуговування, зокрема барбершопів, зумовлена зростанням конкуренції на ринку та необхідністю формування впізнаваного бренду. Проаналізувавши сучасні підходи визначено, що візитка є важливим елементом фірмового стилю, який не лише містить контактну інформацію, а й формує перше враження про заклад, підкреслює його статус і концепцію. У сучасних умовах поєднання друкованої продукції з цифровими рішеннями, такими як посадкові сторінки (Landing Page), досліджено як фактор, що підвищує ефективність комунікації з клієнтами та розширює аудиторію.

Розробка візитки для барбершопу «Blade» ґрунтується на поєднанні класичного та сучасного стилів, що відповідає концепції закладу та орієнтована на чоловічу аудиторію різного віку, зокрема молодь. Проаналізувавши різні формати, отримано результати, що оптимальним є стандартний розмір 90×50 мм з горизонтальною орієнтацією, що забезпечує зручність використання та відповідає загальноприйнятим поліграфічним нормам. Дизайн виконано у стилі мінімалізму; аналіз показав доцільність використання стриманої кольорової гами – чорного, білого та сірого кольорів, що підкреслює елегантність і преміальність барбершопу. Встановлено, що графічний елемент у вигляді логотипу на основі літер назви закладу в поєднанні з інфографікою, яка асоціюється з професійною діяльністю, сприяє підвищенню впізнаваності бренду. Визначено шляхом дослідження матеріалів, що крейдований папір щільністю 350-400 г/м² забезпечує високу зносостійкість, приємні тактильні властивості та презентабельний зовнішній вигляд виробу.

Технологію виготовлення обрано цифрову, оскільки проведене дослідження методів друку для малих тиражів підтвердило

її оптимальність для забезпечення високої якості при відносно невеликих витратах. Проаналізувавши результати тестових друків, отримано висновок, що цифровий друк забезпечує точну передачу кольорів, чіткість зображення та оперативність виготовлення продукції, що є важливим фактором у сучасних умовах швидкого оновлення інформації.

Паралельно з розробкою друкованої продукції проаналізувавши ефективність створення Landing Page для барбершопу «Blade» за допомогою конструктора сайтів Readymag. Визначено шляхом дослідження, що використання даного інструменту дозволяє швидко реалізувати сучасний, адаптивний та зручний у користуванні веб-ресурс без необхідності глибоких знань програмування. Отримані результати свідчать, що на сайті доцільно розміщувати основну інформацію про заклад: перелік послуг і ціни, контактні дані, фотогалерею, інформацію про команду та відгуки. Такий підхід забезпечує комплексне представлення бренду як у фізичному, так і в цифровому середовищі.

Поєднання продуманого дизайну візитки, ефективної технології її виготовлення та створення функціонального Landing Page дозволяє сформувати цілісний образ барбершопу, підвищити рівень довіри клієнтів і забезпечити конкурентоспроможність на ринку послуг. Проведене дослідження сучасних підходів у поліграфії та веб-дизайні, проаналізувавши результати, показало, що такий комплексний підхід сприяє створенню якісного продукту, який відповідає вимогам сьогодення та очікуванням цільової аудиторії.

Список використаних джерел

1. A List Apart [Електронний ресурс: Веб-сайт] – Responsive Web Design by Ethan Marcotte, May 25, 2010. URL: https://alistapart.com/article/responsive-web-design/
2. Weblium [Електронний ресурс: Веб-сайт] – Офіційна документація конструктора сайтів. URL: https://weblium.com/
3. Canva [Електронний ресурс: Веб-сайт] – Основи дизайну візиток. URL: https://www.canva.com/

Станіслав Губченко, Микола Харенюк
Наукових керівник – доц. Горський М. П.

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ САЙТУ-ПОРТФОЛІО ВИДАВНИЦТВА

В сьогоднішніх реаліях вибір оптимальної платформи ґрунтується на багатьох параметрах, серед яких загальна функціональність, технічні характеристики, зручність інтерфейсу та здатність забезпечувати безперебійну роботу інтернет-магазину або вітрини [1]. Водночас інноваційні технології, такі як Headless CMS, забезпечують фізичне розділення серверної логіки від презентаційного рівня через API. Це дозволяє централізовано адмініструвати систему, оптимізувати робочі процеси та зосередити ресурси на розробці унікальних клієнтських інтерфейсів [2]. Створення інтернет-портфоліо видавництва є важливим прикладним завданням, що передбачає аналіз технічних та функціональних параметрів. Актуальність цього питання зумовлена необхідністю гнучкої адаптації підприємств до онлайн-середовища. Як свідчать вітчизняні дослідження розвитку електронної комерції, використання сучасних технологічних рішень та гнучких онлайн-платформ дозволяє забезпечити стабільну роботу бізнесу і швидке масштабування навіть в умовах економічної нестабільності [3]. У сучасних умовах цифрової трансформації ринку видавнича галузь зазнає суттєвих змін, що потребують переосмислення традиційних підходів до маркетингу. Фахівці зазначають, що бізнес-комунікації книжкових видавництв переходять на нові цифрові рівні, де створення власних інтерактивних майданчиків (вебсайтів-портфоліо, віртуальних магазинів) стає основою для продажу книг, пов’язаного мерчу, формування бренду та прямого залучення аудиторії [4].

Серед переваг використання сучасного портфоліо можна виділити:

можливість швидкої генерації та візуалізації каталогу, що покращує користувацький досвід та сприяє органічному залученню читачів без постійних витрат на зовнішню рекламу [1, 2];

функція цифрового портфоліо як тригеру емоційної покупки, оскільки воно детально розкриває естетику бренду та авторський задум, стимулюючи користувача до придбання фізичного примірника;

ефективність у контексті зростання кількості користувачів, які ігнорують або блокують пряму інтернет-рекламу (банерна сліпота), що перетворює власний швидкий та оптимізований сайт на головний органічний канал комунікації з аудиторією [4].

Отже, поєднання високотехнологічних цифрових рішень (модульної вебархітектури) та традиційних цінностей друкованої книги сприяє підвищенню ефективності комунікації з читачами та посиленню позицій видавництва на конкурентному ринку.

Список використаних джерел

1. Ковтун, В. В. (2023). Розробка веб-орієнтованої інформаційної системи маркетплейсу з застосуванням JAMstack підходу. *Електронний архів Криворізького національного університету*, 14–28. http://ds.knu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/7644/1/Ковтун_Розробка_веб-орієнтованої_інформаційної_системи.pdf
2. Золотарьова, К. (2023). Використання Headless CMS у сучасній веброзробці. *Збірник тез доповідей університетської студентської науково-практичної конференції «Молода наука»,* 3, 257–259. https://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc//--nzhenernij-navchalno-naukovij-institut--im--yu-m--potebni-2023/tom_3.pdf
3. Рижкова, Ю. (2024). Особливості розвитку електронної комерції (е-торгівлі) в Україні. *Матеріали конференцій ДТЕУ*, 190–192. https://ur.knute.edu.ua/bitstreams/99f0f40a-0d8e-424a-9835-71d7db66f408/download
4. Яковлєва, Т. О., & Войтко, С. В. (2024). Бізнес-комунікації книжкових видавництв: від соціальних мереж до метавсесвіту. *Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського*. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a7584dfb-f172-4216-9a1f-ae32f93d5d27/content

Таїсія Гулько
Науковий керівник – доц. Фратавчан В.Г.

ПОБУДОВА ВЕКТОРІВ ОЗНАК ЗОБРАЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Актуальність теми зумовлена потребою у створенні інтерпретованих та обчислювально легких моделей формування ознак для використання в умовах обмежених ресурсів.

Мета роботи полягає в дослідженні теоретичних основ та розробці практичної моделі побудови векторів ознак зображень на базі тришарової згорткової нейронної мережі.

Для досягнення поставленої мети виконані такі основні завдання:

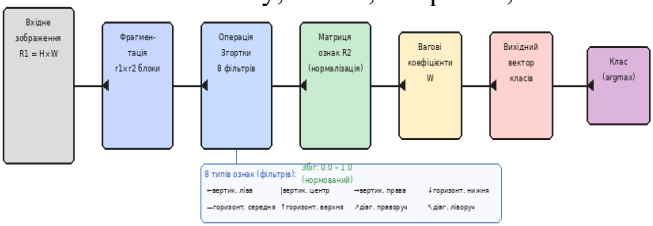
- проаналізовано методи представлення зображень та традиційні підходи до формування ознак;
- досліджено архітектуру та принципи функціонування згорткових нейронних мереж;
- систематизовано сучасні методи витягнення векторів ознак з CNN;
- розроблено тришарову згорткову модель для автоматичного виділення геометричних ознак зображень;
- реалізовано програмний застосунок з графічним інтерфейсом для інтерактивного аналізу зображень;
- проведено експериментальне дослідження якості векторних представлень та впливу гіперпараметрів.

У роботі запропоновано оригінальну тришарову архітектуру:

- перший шар виконує фрагментацію зображення на патчі фіксованого розміру з подальшою бінаризацією;
- другий шар реалізує операцію згортки з вісьмома спеціально розробленими еталонними геометричними фільтрами (вертикальні, горизонтальні та діагональні структури);
- третій шар агрегує результати у компактний вектор з чотирьох компонент, що відображає домінуючий тип структури зображення.

Технологічний стек реалізації:

- ✓ Мова програмування: Python;
- ✓ Бібліотеки: NumPy, Pillow, Matplotlib, Tkinter.



Розроблено повнофункціональний десктопний застосунок з інтерактивною візуалізацією карти ознак, теплових карт, гістограм розподілу та вихідного вектора.

Експериментальні дослідження показали, що запропонована модель забезпечує високу інтерпретованість результатів, компактність вектора ознак (розмірність 8 або 4 після агрегації) та швидку роботу без використання GPU. Система демонструє хорошу стійкість до незначних геометричних деформацій та шуму.

Переваги розробленого підходу:

- висока пояснюваність (explainable AI) – кожна компонента вектора має чітке геометричне значення;
- відсутність необхідності у великому розміченому датасеті для навчання;
- низькі обчислювальні вимоги, що робить систему придатною для вбудованих пристроїв;
- можливість використання як «легкого» попереднього фільтра перед потужними глибокими моделями.

Список використаних джерел

1. LeCun Y., Y. Bengio, G. Hinton. Deep learning. *Nature*. Vol. 521. P. 436–444.
2. Goodfellow I., Y. Bengio, A. Courville. (2016). Deep Learning. Cambridge : MIT Press, 800 p.
3. Krizhevsky A., , I. Sutskever, G. E. Hinton (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. Vol. 25. P. 1097–1105.

Євген Гурський
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

ПРОЄКТНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНЛАЙН-СЕРВІСІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВЛАСНИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ПРОДУКТІВ

Трансформація сучасної освіти вимагає розширення поняття «технологічна діяльність». Учні покоління Альфа краще сприймають візуальну інформацію, тому створення мультимедійних продуктів (відеоінструкцій, 3D-моделей, інтерактивних плакатів) у межах навчальних проєктів є дієвим засобом формування цифрової та технологічної компетентностей одночасно [1].

У межах уроків технологій мультимедійний продукт може виступати у двох ролях:

- супровід матеріального об'єкта: створення відеопрезентації процесу виготовлення виробу;
- самостійний об'єкт проєктування: розробка дизайну інтер'єру в онлайн-планувальниках, створення рекламного ролика для власного виробу, розробка цифрових шаблонів.

Для ефективної проєктної діяльності доцільно виокремити такі групи інструментів:

- графічний дизайн та візуалізація: Canva, Genially (створення інфографіки, інтерактивних плакатів);
- 3D-моделювання та прототипування: Tinkercad, SketchUp Free (проєктування об'ємних форм);
- відеомонтаж та анімація: Clipchamp, Powtoon (створення інструкційних роликів «Step-by-step»);
- планування та командна робота: Trello, Padlet (керування етапами проєкту).

Проєктна діяльність із використанням онлайн-сервісів змінює структуру уроку. Основна увага приділяється:

- етапу планування: учні вчаться структурувати інформацію для мультимедійного контенту;

- розвитку критичного мислення: відбір якісних цифрових ресурсів та дотримання авторського права;
- естетичній складовій: дотримання законів композиції та колористики в цифровому просторі.

Розроблено проєкт «Віртуальна майстерня: Step-by-Step».

Замість традиційного паперового звіту з навчального проєкту учень створює відеопортфоліо [2].

Технологічний етап: виконання технологічних операцій з виготовлення виробу.

Мультимедійний етап (Сервіс: Clipchamp або CapCut):

- зйомка ключових моментів на смартфон (таймлапс роботи);
- монтаж ролика: накладання титрів з назвами інструментів, озвучення правил техніки безпеки під час конкретної операції;
- додавання фонової музики та фінальних висновків про успішність проєкту.

Результат: навчальний відеоролик, який може слугувати посібником для інших учнів.

Отже, використання онлайн-сервісів для створення мультимедійних продуктів на уроках технологій не замінює ручну працю, а доповнює її, надаючи проєктній діяльності сучасного вигляду. Це дозволяє учням усвідомити повний цикл створення продукту: від цифрової ідеї до віртуальної (або фізичної) реалізації.

Список використаних джерел

1. Биков В.Ю. (2019). Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Матеріали методологічного семінару НАПН України "Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку». 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка. К. С.20-26.
2. Глуханюк, В., Заболотна, К., & Боднар, В. (2026). Сучасні підходи до реалізації проєктно-технологічної діяльності в освітній галузі «Технології». URL: https://vspu.net/repository/index.php/SAAE/article/view/735 (дата звернення: 28.03.2026).

Діана Гуцуляк
Науковий керівник – асист. Дмитращук К. М.

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ВЕБПЛАТФОРМИ «AUTORENT»

Серверна частина вебзастосунку забезпечує обробку даних, взаємодію з базою даних, реалізацію бізнес-логіки системи та безпечну автентифікацію користувачів.

У межах даного проєкту серверна частина вебплатформи «AutoRent» реалізована як full-stack застосунок на основі фреймворку Next.js 15, що дозволяє поєднати клієнтську та серверну логіку в одному середовищі розробки.

Для реалізації серверної архітектури платформи використано сучасний технологічний стек. Основною системою управління базами даних є PostgreSQL, яка забезпечує надійне зберігання структурованих даних. Для взаємодії з базою даних використовується Prisma ORM, що дозволяє описувати структуру сутностей через Prisma schema та виконувати типобезпечні запити до бази даних. У моделі даних реалізовано основні сутності системи, зокрема користувачів, автомобілі, бронювання, повідомлення, відгуки, документи та сповіщення.

Механізм автентифікації та авторизації користувачів реалізовано за допомогою бібліотеки NextAuth (Auth.js). Система підтримує декілька способів входу, зокрема через обліковий запис Google або через форму з логіном і паролем. Для захисту облікових даних паролі користувачів перевіряються із використанням бібліотеки bcryptjs, а управління сесіями відбувається на основі JWT-токенів, що забезпечує безпечну та масштабовану авторизацію.

Основна бізнес-логіка системи реалізована за допомогою Server Actions, які виконують обробку серверних операцій безпосередньо в середовищі Next.js. До таких операцій належать створення бронювання автомобіля, перевірка перетину дат оренди, розрахунок вартості оренди, генерація договорів та формування сповіщень для користувачів.

Для обробки запитів до серверної частини також використовуються Route Handlers, які реалізують API-маршрути. Зокрема, через них здійснюється завантаження файлів користувачами, а також генерація pdf-документів, наприклад договорів оренди автомобілів. Для створення таких документів використовується бібліотека pdf-lib, що дозволяє динамічно формувати pdf -файли на основі даних користувача.

Завантаження та зберігання зображень і документів реалізовано за допомогою Supabase Storage. Файли завантажуються у відповідні сховища (buckets), після чого система отримує публічну URL-адресу, яка використовується для подальшого відображення контенту у вебінтерфейсі.

Отже, реалізована серверна архітектура забезпечує повноцінну роботу платформи AutoRent, включаючи управління даними, автентифікацію користувачів, виконання серверної логіки та інтеграцію з зовнішніми сервісами. Використання сучасного технологічного стеку дозволяє забезпечити масштабованість, безпеку та ефективність функціонування вебсистеми.

Список використаних джерел

1. Next.js Route Handlers – https://nextjs.org/docs/app/building-your-application/routing/route-handlers
2. Prisma ORM + PostgreSQL – https://docs.prisma.io/docs/orm/core-concepts/supported-databases/postgresql
3. Auth.js / NextAuth – https://authjs.dev/
4. Supabase Storage – https://supabase.com/docs/reference/javascript/storage-from-upload

Андрій Данчило, Микола Дячук,
Науковий керівник – проф. Дейбук В.Г.

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ЗАЙНЯТОСТІ ПАРКОМІСЦЬ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Проблема ефективного управління паркувальними місцями є актуальною для університетів та інших громадських просторів. Традиційні методи контролю зайнятості парковки потребують ручного моніторингу або дорогої інфраструктури. У роботі представлено автоматизовану систему моніторингу університетської парковки «Smart Parking», яка в реальному часі аналізує відеопотік з IP-камери за допомогою штучного інтелекту та відображає актуальний стан паркомісць на публічно доступній веб-сторінці.

Архітектура системи базується на апаратному модулі Raspberry Pi 4 (4 ГБ RAM), до якого підключено IP-камеру Hikvision через протокол RTSP у локальній мережі університету. Система складається з чотирьох взаємопов'язаних модулів: захоплення відеопотоку, AI-аналізу зображень, зберігання даних та вебінтерфейсу. Модуль AI-аналізу використовує модель YOLOv8 [1], розгорнуту локально на Raspberry Pi без хмарних залежностей.

Модель класифікує кожне парковочне місце як «вільне» або «зайняте» з частотою не менше одного кадру на 2 секунди та часом обробки не більше 2 секунд на кадр. Координати паркомісць задаються у вигляді конфігурованих полігонів на зображенні, що дозволяє адаптувати систему до різних планувань парковок. Результати аналізу у форматі JSON передаються до бази даних та REST API-сервера, реалізованого на базі Python FastAPI/Flask.

Вся інфраструктура системи контейнеризована за допомогою Docker та Docker Compose [2], що забезпечує відтворюваність розгортання та ізоляцію компонентів. AI-сервер, вебсервер і база даних функціонують як окремі контейнери. Автоматизований CI/CD пайплайн на основі GitHub Actions виконує послідовність lint → тести → збірка Docker-образу → деплой на Raspberry Pi при кожному push до основної гілки репозиторію. Для безпечного

віддаленого доступу команди розробників до пристрою за межами університетської мережі застосовується Tailscale VPN.

Публічний доступ до вебінтерфейсу реалізовано через Cloudflare Tunnel – без необхідності відкривати порти маршрутизатора університету. Оновлення стану відбувається кожні 5 секунд через polling без перезавантаження сторінки. Загальна затримка від зміни стану паркомісця до відображення на сторінці не перевищує 10 с. З точки зору безпеки, відеопотік залишається виключно в локальній мережі університету та не зберігається – назовні передаються лише результати аналізу. Весь зовнішній трафік шифрується через HTTPS (TLS 1.2+) завдяки Cloudflare Tunnel [3]. API захищено статичним токеном та rate limiting (не більше 60 запитів на хвилину з однієї IP-адреси). Усі компоненти системи запускаються від не-root користувача згідно з принципом мінімальних привілеїв. Забезпечено автоматичне резервне копіювання бази даних за розкладом. П

Цільові показники системи: точність розпізнавання зайнятості паркомісць – не менше 90% при стандартному освітленні; цільовий uptime – 99% протягом навчального семестру; система витримує безперервну роботу протягом 48 годин без ручного перезапуску. Система повністю функціонує на бюджетному одноплатному комп'ютері без хмарних сервісів, що робить її доступним рішенням для університетів та малих організацій.

Список використаних джерел

1. Jocher G. et al. Ultralytics YOLOv8. URL: https://github.com/ultralytics/ultralytics
2. Docker Documentation. URL: https://docs.docker.com

Віталій Дарійчук, Андрій Клюсовський
Науковий керівник – доц. Лесінський В.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РІДИНИ У РЕЗЕРВУАРАХ З ХМАРНОЮ ОБРОБКОЮ ДАНИХ ТА ПРОГНОЗУВАННЯМ

У сучасних умовах цифрової трансформації інженерних систем та широкого впровадження концепції Інтернету речей (IoT) актуальне є створення інтелектуальних систем керування технологічними процесами, що здатні забезпечувати не лише моніторинг, але й адаптивне реагування на зміну параметрів середовища. Однією з важливих задач є ефективне керування рівнем рідини у накопичувальних резервуарах, що використовується у системах водопостачання, аграрному секторі, промислових процесах та об’єктах критичної інфраструктури. Традиційні системи контролю, які базуються на порогових значеннях і локальному керуванні, не враховують динамічні зміни споживання ресурсів та не забезпечують достатнього рівня автоматизації.

Застосування сучасних підходів до збору та обробки даних, а також використання хмарних технологій відкриває нові можливості для підвищення ефективності систем керування рівнем рідини. Завдяки інтеграції датчиків рівня, мікроконтролерів, зокрема ESP32, та мережевих модулів забезпечується безперервний збір телеметричної інформації, яка передається до хмарного середовища для аналізу. Використання хмарних платформ, таких як Amazon Web Services або Microsoft Azure, дозволяє реалізувати масштабовану обробку та зберігання даних.

Мета роботи – розробка інтелектуальної системи адаптивного керування рівнем рідини у резервуарах, що поєднує можливості віддаленого моніторингу, хмарної обробки даних та прогнозування змін рівня для прийняття ефективних керуючих рішень. Основна ідея полягає у використанні поточних даних для формування прогнозованих моделей, що дозволяють передбачати зміну рівня рідини та оптимізувати роботу виконавчих механізмів.

Запропонована система базується на багаторівневій архітектурі, яка включає рівень збору даних, передачі, хмарної аналітики та керування. На рівні збору даних використовуються датчики різних типів, що забезпечують отримання інформації про стан резервуара, а передача даних здійснюється із використанням протоколу MQTT.

Аналітичний модуль системи реалізує обробку даних із застосуванням методів статистичного аналізу та елементів машинного навчання, що дозволяє виявляти закономірності зміни рівня рідини. На основі отриманих результатів формується прогноз, який використовується для адаптивного керування режимами роботи насосного обладнання.

Важливим елементом системи є реалізація механізмів захисту від аварійних ситуацій, зокрема багаторівневого захисту від переповнення резервуарів, що включає програмні та апаратні засоби. До таких механізмів належать дублювання датчиків, використання аварійних порогів та автоматичне вимкнення виконавчих пристроїв у разі критичних відхилень.

Проведення експериментальних досліджень передбачало моделювання різних сценаріїв роботи системи. Оцінювання ефективності здійснювалося за показниками точності прогнозування, швидкості реакції та зниження втрат ресурсів. Отримані результати підтверджують доцільність застосування інтелектуальних методів аналізу та хмарних технологій.

Розроблена система забезпечує підвищення ефективності використання ресурсів, зменшення ризиків аварійних ситуацій та покращення керованості технологічними процесами. Запропонований підхід може бути використаний у системах водопостачання, промислових об’єктах та інших інфраструктурних рішеннях.

Список використаних джерел

1. Banks A., Gupta R. MQTT Version 3.1.1. OASIS Standard;
2. Amazon Web Services Documentation. [Режим доступу: https://aws.amazon.com/documentation/];
3. Microsoft Azure Documentation. [Режим доступу: https://learn.microsoft.com/azure/].

Ростислав Дарнапук
Науковий керівник – проф. Майструк Е.В.

ВПЛИВ BESS СИСТЕМ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ

BESS (Battery Energy Storage Systems) – це сучасні системи накопичення енергії, які дозволяють інтегрувати відновлювані джерела енергії в енергосистему. Вони забезпечують гнучкість та стабільність роботи мережі, що особливо важливо для України в умовах зростання частки сонячної та вітрової генерації.

З 2019 року дедалі частіше порушується питання розвитку систем накопичення енергії (СНЕ) [1, 2]. Це не просто технічна новинка, а стратегічний інструмент для стабільності та безпеки енергосистеми [3]. Таке обладнання дозволяє зберігати електроенергію для використання пізніше. Енергія може перетворюватися у різні форми – фізичні, інерційні, хімічні, водневі та інші – і чекати моменту, коли вона буде найбільш потрібна. Це важливо, оскільки система дозволяє балансувати виробництво та споживання електроенергії, підвищити надійність енергосистеми, дає можливість ефективно інтегрувати відновлювані джерела енергії.

Станом на березень 2026 р. Верховна Рада ухвалила закон, який врегульовує діяльність у сфері накопичення енергії. Тепер ліцензування, використання накопичувачів як споживачами, так і виробниками енергії має чіткі правила. Це відкриває шлях для інвестицій та розвитку сучасних технологій, а також збалансує роботу енергосистеми та сприятиме синхронізації української енергосистеми з європейською ENTSO-E, підвищить стабільність електропостачання споживачів. Ухвалення закону про систему накопичення енергії створить правові умови для їхнього розвитку.

Архітектура BESS включає кілька ключових компонентів: акумуляторні батареї, які зберігають енергію; систему централізованого управління, що координує роботу; перетворювачі потужності, які забезпечують сумісність із мережею; та систему управління батареями, що контролює їхній стан і безпеку.

Основні переваги BESS [4, 5]: Вони дозволяють балансувати виробництво та споживання електроенергії, що зменшує ризик перевантажень; Згладжують коливання потужності від ВДЕ, роблячи їх більш передбачуваними; Підвищують якість електроенергії, зменшуючи перепади напруги; Сприяють зменшенню втрат у мережі та скороченню шкідливих викидів; Дають можливість відкласти дорогі інвестиції у будівництво нових ліній електропередачі.

Функції BESS: вони можуть регулювати частоту та напругу в мережі, згладжувати пікові навантаження, забезпечувати аварійний резерв у разі відключень та підвищувати загальну надійність і стійкість енергосистеми.

Але є і виклики: попри значні переваги, системи накопичення мають високу початкову вартість, потребують якісного технічного обслуговування та їхня ефективність залежить від умов інтеграції у конкретну мережу.

Впровадження BESS є стратегічним кроком для України. Воно дозволяє швидше розвивати відновлювану енергетику, мінімізувати ризики для енергосистеми та гарантувати стабільність електропостачання навіть у кризових умовах.

Список використаних джерел

1. Режим доступу: https://ua-energy.org/uk/posts/prezydent-pidpysav-zakon-shchodo-rozvytku-system-nakopychennia-enerhii.
2. Режим доступу: https://getmarket.com.ua/ua/news/sistemi-nakopichennya-energiyi-energy-storages-perspektivi-dlya-ukrayini.
4. P. LEZHNIUK Mathematical modelling of battery energy storage systems in the additional service market of the United Electric Power System of Ukraine / P. LEZHNIUK, Y/ MALOGULKO, I. PROKOPENKO. - PRZEGL¥D ELEKTROTECHNICZNY. - 2021. - №10. - P. 22-28. ISSN 0033-2097, R. 107 NR 9/2021.
5. G. L. Kyriakopoulos and G. Arabatzis, “Electrical energy storage systems in electricity generation: Energy policies, innovative technologies, and regulatory regimes,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 56, pp. 1044 – 1067, 2016.
6. Koller, T. Borsche, A. Ulbig, and G. Andersson, “Review of grid applications with the zurich 1mw battery energy storage system,” Electric Power Systems Research, vol. 120, pp. 128–135, 2015.

Володимир Дашкевич
Науковий керівник – доц. Браїловський В.В.

ПРИНЦИП ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ І СФЕРИ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується масовим впровадженням систем Інтернету речей (Internet of Things), що інтегрують фізичні об’єкти у глобальну цифрову мережу. Актуальність теми зумовлена стрімким зростанням кількості підключених пристроїв, що потребує нових підходів до моніторингу та управління мережами [1].

Функціонування будь-якої системи IoT базується на комплексному процесі, який поєднує технічні та організаційні аспекти для забезпечення автономності пристроїв. В основі роботи лежить чотирирівнева архітектура:

1. Рівень мережі (Network Layer) забезпечує передачу даних від пристроїв до центрів обробки. Тут використовуються як мобільні мережі, так і супутникові системи, такі як Starlink, для забезпечення глобального покриття [2];

2. Рівень сприйняття (Perception Layer) включає в себе фізичні пристрої, датчики та актуатори, які збирають дані з навколишнього середовища. Це можуть бути сенсори температури, вологості або камери спостереження [3];

3. Рівень обробки (Processing Layer) накопичує отриману інформацію в хмарних сховищах, де алгоритми штучного інтелекту проводять її аналіз та прогнозування можливих аномалій у мережі [3];

4. Прикладний рівень (Application Layer) кінцевий етап, де користувач взаємодіє з системою через інтерфейси управління для прийняття рішень [4].

Контроль за використанням ресурсів та автоматизація процесів є основним завданням IoT. Технічна реалізація сучасних систем часто включає використання Software-Defined Radio (SDR) та адаптивних антенних систем для забезпечення стабільного зв'язку [5]. Основними сферами впровадження є:

• Smart City (Розумне місто): автоматизоване керування вуличним освітленням, розумні системи паркування та моніторинг трафіку.

• Industrial IoT (IIoT): використання датчиків на виробництві для контролю за станом обладнання в реальному часі.

• Екологічний моніторинг: датчики, що враховують вплив атмосферних явищ (дощ, сніг) на якість передачі сигналу в високих частотних діапазонах.

• Логістика та супутниковий зв'язок: використання низькоорбітальних систем (LEO) для відстеження вантажів у глобальному масштабі, що вимагає спеціалізованого ПЗ для обробки даних про положення об'єктів [6].

Одним із найбільш критичних аспектів є проблема «частотного піратства» та кібербезпеки в мережах IoT, що потребує розвитку міжнародних механізмів контролю та дотримання рекомендацій Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU) [7].

До перспектив розвитку IoT можна віднести впровадження квантових технологій для захисту каналів зв'язку та розвиток розподілених систем моніторингу. Інтеграція IoT з системами космічного ситуаційного усвідомлення (SSA) дозволить створювати ще більш масштабні та надійні мережі майбутнього.

Список використаних джерел

1. ITU-R Recommendations on Satellite and IoT Monitoring: https://www.itu.int/rec/R-REC/en – (дата звернення: 15.03.2026).
2. SpaceX Starlink Satellite Constellation: https://www.starlink.com – (дата звернення: 14.03.2026).
3. AI Applications in Spectrum Monitoring and IoT: https://www.ieee.org/ai-spectrum – (дата звернення: 15.03.2026).
4. Automated Spectrum Monitoring Systems: https://www.spectrum-monitoring.com – (дата звернення: 14.03.2026).
5. Software Defined Radio for Spectrum Monitoring: https://www.sdr-radio.com – (дата звернення: 15.03.2026).
6. Низькоорбітальні системи зв'язку: https://studfile.net/preview/5157166/ – (дата звернення: 15.03.2026).
7. ITU Spectrum Management Guidelines: https://www.itu.int/spectrum – (дата звернення: 15.06.2026).

Андрій Денисюк
Наукові керівники – доц. Браїловський В.В.,
асист. Галюк С.Д.

ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Сучасні технології штучного інтелекту активно впроваджуються у сферу безпеки та оборони, забезпечуючи новий рівень автоматизації та ефективності. Одним із найбільш перспективних напрямків є використання алгоритмів комп'ютерного зору для розпізнавання об'єктів, що дозволяє значно підвищити швидкість обробки інформації та зменшити вплив людського фактора [1].

Особливо актуальнt застосування таких технологій у сфері гуманітарного та тактичного розмінування. Значні території України залишаються забрудненими вибухонебезпечними предметами, що створює серйозну загрозу для населення та ускладнює відновлення інфраструктури. Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), оснащених системами комп'ютерного зору, дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг територій та виявлення потенційно небезпечних об'єктів [2, 3].

Основою таких систем є нейронні мережі, зокрема згорткові нейронні мережі, які ефективно обробляють зображення та дозволяють класифікувати об'єкти за їх візуальними ознаками. Сучасні алгоритми, такі як YOLO (You Only Look Once), забезпечують високу швидкість роботи та здатні виявляти об'єкти у режимі реального часу [4].

Інтеграція систем розпізнавання з безпілотними платформами дозволяє створювати автономні комплекси, здатні проводити розвідку місцевості без безпосередньої участі людини. Дані, отримані з камер БПЛА, обробляються в режимі реального часу, після чого результати передаються оператору або до центру управління [5]. Це значно знижує ризики для персоналу та підвищує оперативність прийняття рішень.

Важливим аспектом є забезпечення стабільної роботи таких систем у складних умовах, включаючи зміну освітлення, погодні

фактори та складість рельєфу місцевості. Для цього застосовуються методи попередньої обробки зображень (рис.1), а також підходи машинного навчання, що дозволяють підвищити достовірність розпізнавання [6].



Рис.1. Приклад обробки зображень для подальшого навчання нейронної мережі

Перспективи розвитку цього напряму пов'язані з використанням мультисенсорних систем, які поєднують дані з різних джерел, таких як камери, тепловізори та радарні сенсори. Крім того, активно розвивається концепція штучного інтелекту [7] edge AI, яка передбачає обробку даних безпосередньо на пристрої, що дозволяє зменшити час затримки та підвищити степінь автономність систем.

Список використаних джерел

1. Artificial Intelligence in Defense Applications URL: https://www.nato.int
2. AI for Humanitarian Demining URL: https://www.un.org
3. https://twitter.com/BRAVE1ua
4. YOLO: Algorithm for Object Detection Explained [+Examples]: URL: https://www.v7labs.com/blog/yolo-object-detection
5. UAV-based Monitoring Systems URL: https://www.uavvision.com
6. Exploring image processing, computer vision, and machine vision URL: https://www.ultralytics.com/blog/exploring-image-processing-computer-vision-and-machine-vision
7. STM32N6, STMicroelectronics' First Edge AI MCU URL: https://edge-ai-tech.eu/stm32n6-stmicroelectronics-first-edge-ai-mcu

Кирило Дерев'янчук, Юрій Балацко
Науковий керівник – проф. Крамар В.М.

РОЗРОБКИ З РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА ОПП «МАШИНОБУДУВАННЯ»

Протягом останніх десятиліть з різних причин сильно знизилася популярність інженерних професій попри те, що сучасна промисловість переходить на складні автоматизовані або роботизовані виробничі лінії, управляти якими можуть тільки фахівці, що мають високий рівень інженерно-технічної освіти. Особливо нагальною потреба у таких фахівцях постала в умовах воєнного часу, коли знадобилося в максимально короткі терміни налагоджувати виробництво роботизованих систем захисту і сучасних озброєнь.

Спеціальність «Професійна освіта (машинобудування)» призначена для підготовки педагогічних працівників у галузі професійної освіти машинобудівного профілю, вимоги до яких з боку працедавців виразно диктують наявності у них неабияких компетентностей у галузі автоматизації виробничих процесів. Тож формування фахових компетентностей у здобувачів вищої професійної освіти за освітньою програмою «Машинобудування» неможливе без їх ознайомлення з новітніми технологіями сучасних автоматизованих і роботизованих виробництв. Це зумовлює необхідність створювати нові навчальні дисципліни та використовувати для навчання сучасні програмні засоби, а також формувати відповідну навчально-лабораторну базу.

Розв'язання указаних задач можливе шляхом активного впровадження у програму підготовки здобувачів такої освіти навчальних дисциплін, пов'язаних з напрямом технологічної галузі «Робототехніка» [1]. При цьому дуже важливе використання сучасних засобів для навчання проєктуванню та розробці робототехнічних систем, оскільки це дає змогу сформувати у них такі ключові компетентності, як аналітична та проєктувальна компетентності [2].

Для формування цих компетентностей та набуття майбутніми фахівцями спеціальності необхідних практичних умінь і навичок

нами пропонується розробка лабораторних робіт для вивчення програмної платформи «Tinkercad Circuits» та проєктування на її основі елементів автоматики та робототехніки. Зокрема, розроблені лабораторні роботи «Робота з платформою Arduino», «Ознайомлення з принципом роботи простих схемотехнічних вузлів за допомогою платформи Arduino», «Основи 3D-моделювання. Нарізка 3D-деталі у слайсері Prusa Slicer» та навчальний проєкт «Електронний програмований термостат». Виконання лабораторних робіт передбачає ознайомлення з компонуванням плати «Arduino Uno R3», способами завантаження інтегрованого середовища розробки Arduino–IDE; набуття навичок під'єднання виконавчих пристроїв до мікроконтролера та керування ними; набуття спроможності до проєктної діяльності з використанням технологій комп'ютерного 3D-моделювання.

Метою названого вище навчального проєкту є створення його виконавцями системи автоматичного регулювання температури обігрівача – водяного радіатора системи опалення житлових приміщень, або охолоджувача системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння. На нашу думку, проєкт є ефективним навчальним засобом, який пов'язує програмування, знання з фізики та схемотехніки. Під час його виконання формуються вміння пошуку й відбору потрібної інформації, а також уміння використовувати на практиці свої знання, що сприятиме підвищенню якості підготовки.

Список використаних джерел

1. Соменко Д.В. (2020). Освітня робототехніка, як ключовий напрямок у фаховій підготовці студентів спеціальності: 015.39 Професійна освіта (Цифрові технології). *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті. Тези доп. X Міжнар. наук.-практ. конфер. до 125-річчя І.Є. Тамма* (*Кропивницький, 25 травня 2020 р.*). Кропивницький. С. 100-102.
2. Мазур І.-С., Франко Ю. (2023). Про необхідність вивчення робототехніки як засобу формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. *Освіта. Інноватика. Практика*. Том 11, № 1. С. 16-21.

Тетяна Деревянко
Науковий керівник – доц. Константинович І.А.

МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ ПИТОМОЇ ВАРТОСТІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ

Відомо, що термоелектричні технології мають значний потенціал, зокрема для генерації електроенергії шляхом утилізації відпрацьованого тепла. Важливою проблемою сучасності є велика частка низькопотенційних теплових втрат, яка перевищує 70% від загального енергоспоживання у світі. Такі втрати виникають на електростанціях, у важкій промисловості, транспорті (автомобілі, літаки, судна), системах охолодження, а також у побутових приладах [1]. Їх температурний діапазон є придатним для перетворення тепла на електричну енергію термоелектричними методами. Основним елементом термоелектричного генератора є термоелектричні модулі, причому матеріали становлять близько 50% їх вартості. Вартість серійних генераторних модулів, зокрема Hi-Z Technology та Komatsu, залишається високою (приблизно 10–20 $/Вт), що стримує їх широке застосування. У зв’язку з цим актуальним є оптимізація використання матеріалів у термоелектричних модулях для зниження їх вартості при збереженні ефективності [2], що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності такої продукції.

Розроблено фізичну модель стандартного термоелектричного модуля, яка дала змогу визначити його коефіцієнт корисної дії та електричну потужність (рис. 1) залежно від висоти гілки термоелемента і температури холодної сторони [2].

Показано, що зі зменшенням висоти гілки ККД модуля дещо знижується, водночас електрична потужність зростає (рис. 1). Зокрема, при зменшенні висоти гілки вдвічі потужність збільшується приблизно у 1.8 рази. У підсумку це має вплив на питому вартість термоелектричного модуля (USD/Вт).

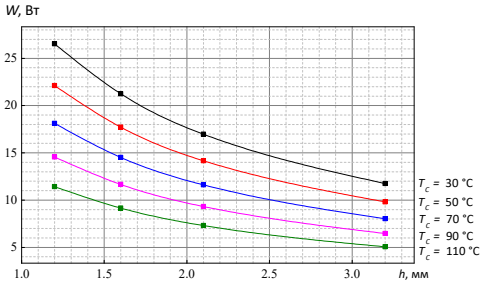


Рис. 1. Залежність потужності від висоти гілки

Проведені розрахунки і побудовані залежності питомої вартості модуля від висоти гілки по відношенню до початкової питомої вартості (рис. 2).

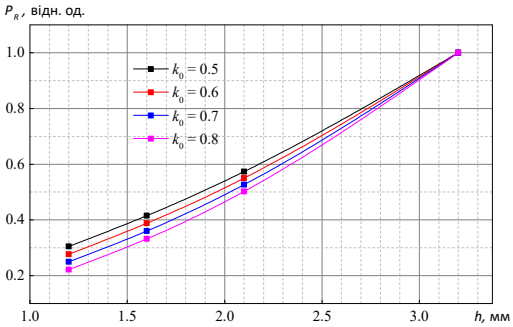


Рис. 2. Залежність відносної питомої вартості термоелектричного модуля від висоти його гілки (T_h = 300 °C, T_c = 30 °C, k_0 – вартість термоелектричного матеріалу відносно вартості модуля)

Зменшення висоти гілки термоелектричного модуля у 2 рази дозволяє значно знизити його питому вартість приблизно у 2.4–3 рази у залежності від того, яку частину вартості модуля складає вартість термоелектричного матеріалу.

Список використаних джерел

1. Вихор Л. (2024). Моделювання характеристик термоелектричного перетворювача: Лекція на Літній Термоелектричній школі, 30 червня 2024 р., Краків, Польща. *Термоелектрика*. № 3. С. 5–22 .
2. Lysko V.V., Konstantynovych I.A., Kuz R.V., Derevianko T.V. (2024). Possibilities of reducing the specific cost of thermoelectric generator energy converters. *Journal of Thermoelectricity*. № 3. С. 44–52.

Василина Дзюрик
Науковий керівник – доц. Маник О.М.

ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ДІАГРАМ СТАНУ Bi–Sb–Se–Te

Складні багатокомпонентні телуриди вісмуту є об'єктом прискіпливої уваги в термоелектриці через здатність утворювати тверді фази змінного складу при зміні концентрації елементів [1]. Хімічний склад визначає фазовий стан матеріалів, який під дією термічних чи механічних чинників зазнає перетворень та впорядкування. Саме ці процеси у розплавах і сплавах безпосередньо формують кінцеві фізико-хімічні властивості отриманих термоелектриків. Метою роботи є аналіз теоретичних моделей впорядковуваних сплавів четверних систем Bi–Sb–Se–Te для визначення оптимальних складів і режимів обробки, сплавів, сполук та твердих розчинів, які забезпечують найкращі експлуатаційні характеристики отримуваних матеріалів.

Вибір вихідних компонентів обґрунтований: основним завданням була розробка методів покращення термоелектричних параметрів Bi_2Te_3. Тому до складу отримуваної сполуки було введено Sb і Se. Температура плавлення Se в цій системі була найнижча, а Sb – найвища. Ці елементи разом з Bi і Te утворюють неперервні тверді розчини. Зміна атомних розмірів компонентів при утворенні твердих розчинів взаємозв’язана з міжатомною взаємодією і перерозподілом електронної густини, що впливає на формування стабільних і метастабільних фаз.

При побудові теоретичних моделей узагальнено результати експериментальних досліджень фізико-хімічних та квантових закономірностей вихідних, проаналізовано діаграми стану бінарних систем та побудовано схему розподілу фазових областей у потрійних системах на їх основі.

Четверна система Bi–Sb–Se–Te представлена методами триангуляції з допомогою діаграм стану бінарних систем вихідних компонентів у вигляді чотирьох потрійних взаємозв’язаних систем, що дозволило досліджувати динаміку фазових перетворень в залежності від температури як одну систему. Отримані результати наведено на рис. 1, де введено такі позначення:α, β, γ, λ –

тверді фаза на основі Bi, Te, Sb, Se; η, χ, μ, δ σ ε –тверді фази на основі Bi–Se, Sb–Se, Se–Te, Bi–Sb, Sb–Te, Bi–Te; θ, φ, ψ, ζ –тверді фази на основі Bi–Sb–Se, Bi–Te–Se, Sb–Te–Se, Bi–Sb–Te; L–рідина.

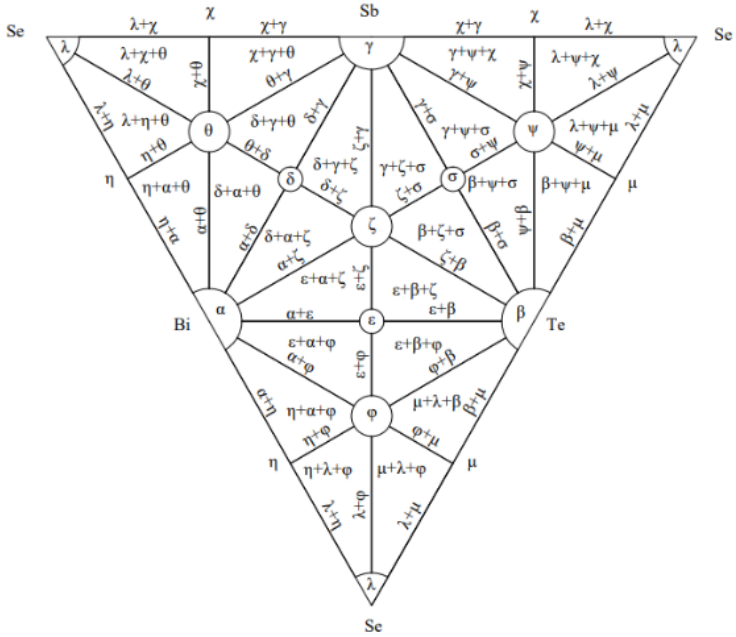


Рис. 1. Схема розподілу фазових областей у твердому стані Bi–Sb–Se–Te

Запропонований підхід забезпечує детальний аналіз умов формування фаз, твердих розчинів, евтектик і перитектик залежно від складу та міжатомних відстаней. Такі дослідження дозволяють прогнозувати міжатомну взаємодію та фазові перетворення в широкому діапазоні концентрацій і температур за допомогою ізотермічних перерізів.

Список використаних джерел

1. Manyk O. M., Rybchakov D. E., Lysko V. V., Razinkov V. V. (2025). Phase equilibria of melts of thermoelectric materials based on Bi-Sb-Se-Te. *Physics and Chemistry of Solid State.* Vol. 26, No 3. P. 578-583. https://doi.org/10.15330/pcss.26.3.578-583.

Артем Диминяца
Науковий керівник – асист. Карачевцев А.О.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВЕБЗАСТОСУНОК ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ РЕЗЮМЕ

У сучасному висококонкурентному ринку праці резюме залишається ключовим інструментом професійної самопрезентації. Зі стрімким розвитком технологій штучного інтелекту та масовим впровадженням автоматизованих систем відбору персоналу (ATS), вимоги до якості, структури та релевантності CV постійно зростають. Традиційні методи підготовки резюме часто не враховують цих змін, що призводить до втрати кар'єрних можливостей. Існуючі рішення (наприклад, Jobscan чи Grammarly) часто обмежуються лише поверхневою перевіркою орфографії або механістичним підрахунком ключових слів (Keyword Matching), не забезпечуючи глибокого розуміння контексту [1].

Актуальність роботи зумовлена необхідністю створення доступного інструменту для миттєвого та об'єктивного зворотного зв'язку щодо резюме. Метою є розробка хмарної платформи «Resumind» для автоматичного аудиту та генерації покращеного контенту за допомогою великих мовних моделей (LLM). Особливістю продукту є використання Serverless-архітектури (безсерверних обчислень) на базі платформи Puter.js [2]. Такий підхід дозволив відмовитися від розробки традиційного монолітного бекенду, делегувавши управління інфраструктурою хмарній операційній системі, що суттєво знижує витрати та забезпечує високу масштабованість.

Клієнтська частина платформи реалізована за принципом Single Page Application на базі бібліотеки React з використанням суворо типізованої мови TypeScript [3]. Це дозволило мінімізувати помилки під час обробки відповідей від AI-моделей. Для ефективного управління станом застосунку інтегровано бібліотеку Zustand, яка забезпечує прогнозований потік даних. Адаптивний інтерфейс створено за допомогою фреймворку Tailwind CSS,

що гарантує коректне відображення на мобільних і десктопних пристроях.

Архітектура застосунку побудована на глибокій взаємодії з мікросервісами Puter. Безпечна аутентифікація реалізована через модуль Puter.auth. Управління файлами здійснюється хмарною файловою системою Puter.fs, яка зберігає оригінали резюме (PDF, зображення) в ізольованих контейнерах. Для збереження метаданих та історії перевірок спроєктована логічна модель даних на базі Puter.kv (Key-Value Store). Вибір сховища типу «ключ-значення» є оптимальним, оскільки дані аналізу є неструктурованими JSON-документами. Сутність ResumeMetadata зберігає ідентифікатори файлів, а AnalysisHistory – повну історію чатів.

Ключовим функціональним ядром є інтеграція з генеративним штучним інтелектом через модуль Puter.ai. Спочатку система застосовує оптичне розпізнавання тексту (OCR) для витягування даних. Далі інформація передається до великих мовних моделей (Claude 3.5 Sonnet). Застосунок проводить семантичний аналіз: оцінює логіку кар'єрного шляху та відповідність навичок вимогам ринку. Користувачам також доступний інтерактивний режим віртуального експерта-рекрутера для перефразування тексту та адаптації резюме. Результати підтверджують, що використання Serverless-підходу та LLM дозволяє створити гнучкий інструмент, що демократизує доступ до якісного HR-консультування.

Список використаних джерел

1. Jobscan: Resume Optimization Tool. URL: https://www.jobscan.co/
2. Puter.js Documentation. Cloud OS Platform for Developers. URL: https://docs.puter.com/
3. TypeScript: Typed JavaScript at Any Scale. URL: https://www.typescriptlang.org/

Владислав Дідик
Науковий керівник – проф. Добровольський Ю.Г.

ВЕБСИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗАКЛАДАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ З АВТОРИЗАЦІЄЮ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Актуальність теми. Сучасний ринок систем управління закладами харчування (Poster, R-Keeper, iiko, Loyverse) активно розвивається. Проте більшість існуючих рішень покладаються на традиційні паролі чи PIN-коди для адміністративного доступу. Це суттєво знижує рівень безпеки в умовах, коли системи зберігають конфіденційні дані щодо меню, фінансової звітності та персоналу. Біометрична авторизація на основі розпізнавання обличчя є значно надійнішою альтернативою, оскільки унікальні біометричні характеристики практично неможливо підробити або передати третій особі [1].

Для реалізації розпізнавання обличчя проведено порівняльний аналіз сучасних методів комп'ютерного зору: класичних алгоритмів (Haar Cascade, HOG+SVM), глибоких нейронних мереж (FaceNet, DeepFace, ArcFace) та хмарних API (Google Cloud Vision, AWS Rekognition, Azure Face API). Хмарні рішення мають перевагу у відсутності необхідності навчання власних моделей та легкій інтеграції, що критично для невеликих і середніх мереж закладів без власних IT-відділів. За результатами аналізу було обрано Google Cloud Vision API, який забезпечує високоточну детекцію контрольних точок обличчя (facial landmarks) – очей, носа, рота та контурів – і надає структуровані дані для верифікації [2].

Архітектура розробленої системи базується на шаблоні ASP.NET Core MVC з Entity Framework Core та SQLite. Система передбачає два рівні доступу: адміністративна панель для власника мережі (авторизація через cookie на основі алгоритму порівняння координат контрольних точок обличчя) та RESTful API для менеджерів закладів (авторизація за токенами JWT). Виключення паролів для адміністратора на користь біометрії суттєво зменшує ризик несанкціонованого доступу [3].

Механізм біометричної авторизації реалізовано наступним чином: при реєстрації адміністратора система отримує знімок через веб-камеру браузера, передає його до Google Cloud Vision API та зберігає в базі даних нормалізований вектор із координат 18-ти ключових контрольних точок обличчя. При спробі входу повторно отриманий вектор порівнюється з еталонним за евклідовою відстанню. Якщо відстань не перевищує встановленого порогового значення, авторизація вважається успішною. Такий підхід забезпечує точність ідентифікації навіть при незначних змінах зовнішності (освітлення, кут нахилу голови).

Адміністративна панель реалізована з використанням PartialView та JavaScript-бібліотек Chart.js (інтерактивні графіки продажів, завантаженості) та Leaflet (картографічна візуалізація розташування закладів мережі на основі GeoJSON). RESTful API для менеджерів надає захищені ендпоінти для управління меню, замовленнями та розкладом. Функціональне тестування всіх модулів підтвердило коректність роботи системи в різних сценаріях використання.

Отже, розроблена вебсистема заповнює прогалину на ринку ПЗ для закладів харчування, надаючи інноваційний механізм безпарольного біометричного доступу на базі Google Cloud Vision API. Практична цінність системи полягає в підвищенні безпеки адміністративного доступу, зручності роботи персоналу через API та можливості централізованої аналітики для власника мережі. Запропонований підхід перспективний для впровадження у середніх та великих мережах кафе та ресторанів, а також може бути розширений мобільними клієнтами.

Список використаних джерел

1. Jain A. K., Ross A., Prabhakar S. (2004). An Introduction to Biometric Recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology.* Vol. 14, № 1. P. 4–20.
2. Google Cloud Vision API Documentation. URL: https://cloud.google.com/vision/docs/detecting-faces (дата звернення: 16.03.2026).
3. Fenton J. (2022). ASP.NET Core Security. Manning Publications. 456 p.
4. ASP.NET Core MVC Documentation – Microsoft Learn. – URL: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/mvc/

Любов Добровольська
Науковий керівник – доц. Браїловський В.В.

ТЕЛЕФОННИЙ (ДРОТОВИЙ) ЗВ'ЯЗОК: ІСТОРІЯ ТА РОЗВИТОК

Телефонний (дротовий) зв'язок є важливою складовою телекомунікацій, що забезпечує передачу голосу на відстань. Його поява стала значним кроком у розвитку суспільства та інформаційного обміну [1]. Перший телефон було створено у 1876 році, коли Олександр Белл отримав патент на свій винахід [2]. Принцип роботи базувався на перетворенні звукових коливань в електричні сигнали, які передавалися дротами. Наприкінці XIX століття почали формуватися перші міські телефонні мережі [3]. На початковому етапі використовувалися ручні телефонні станції, де оператори з'єднували абонентів. Згодом з'явилися автоматичні телефонні станції (АТС), що значно підвищило швидкість і надійність зв'язку [4]. У XX столітті розвиток телефонії відбувався завдяки використанню кабелів та впровадженню нових технологій. Зокрема, були створені підводні кабелі, які забезпечили зв'язок між континентами [5]. Сучасний етап розвитку (таблиця 1) пов'язаний із цифровими технологіями та використанням VoIP, що дозволяє передавати голос через інтернет. Незважаючи на розвиток мобільного зв'язку, дротові мережі залишаються важливими завдяки своїй стабільності та надійності [6]. У розвитку телефонного зв'язку важливу роль відігравали також радіоподовжувачі, які використовувалися для організації зв'язку на ділянках, де прокладання кабельних ліній було ускладненим або економічно невигідним. Радіоподовжувач являє собою систему, що складається з передавача та приймача, які здійснюють перетворення електричного сигналу телефонної лінії у високочастотні радіохвилі та їх подальшу передачу через ефір [7]. Передача сигналу відбувається шляхом модуляції – накладання низькочастотного звукового сигналу на високочастотну несучу хвилю. На приймальній стороні здійснюється демодуляція, внаслідок чого відновлюється початковий звуковий сигнал [8]. Такі системи зазвичай працювали в діапазоні ультракоротких хвиль і забезпе-

чували зв'язок на відстанях від кількох сотень метрів до кількох кілометрів. Застосування радіоподовжувачів дозволило суттєво розширити можливості дротових телефонних мереж, зокрема у сільській місцевості, гірських районах або під час тимчасових робіт. Вони стали важливим етапом переходу від традиційного дротового зв'язку до сучасних бездротових технологій, включаючи мобільний зв'язок. Отже, телефонний зв'язок пройшов значний шлях розвитку – від простих аналогових пристроїв до сучасних цифрових систем, і продовжує відігравати важливу роль у сучасному світі

Таблиця 1

Етап	**Характеристика**
Ручний зв'язок	Оператори з'єднували абонентів
Автоматичний (АТС)	Автоматичне з'єднання без оператора
Цифровий етап	Перехід до цифрових сигналів
IP-телефонія	Передача голосу через інтернет

Список використаних джерел

1. History of Telecommunications: URL: https://www.britannica.com/technology/telecommunications (дата звернення: 15.03.2024).
2. Alexander Graham Bell and the Telephone: URL: https://www.loc.gov (дата звернення: 15.03.2024).
3. Early Telephone Networks: URL: https://ethw.org/Telephone (дата звернення: 14.03.2024).
4. Telephone Switching Systems: URL: https://www.ieee.org (дата звернення: 15.03.2024).
5. Submarine Communication Cables: https://www.submarinecablemap.com (дата звернення: 15.03.2024).
6. Voice over IP (VoIP): URL: https://www.fcc.gov (дата звернення: 15.03.2024).
7. Radio Communication Systems – International Telecommunication Union (ITU): URL: https://www.itu.int (дата звернення: 07.04.2026).
8. Fundamentals of Wireless Communication – IEEE: URL: https://www.ieee.org (дата звернення: 07.04.2026).

Кирило Довгаль
Науковий керівник – доц. Д'яченко Л.І.

РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА З ГОЛОСОВИМ КЕРУВАННЯМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Стрімка цифровізація та вдосконалення методів машинного навчання зумовлюють активне впровадження інтелектуальних агентів у повсякденну діяльність. Сучасні системи голосового керування стають невід'ємною частиною екосистем «розумного» дому, мобільних застосунків та корпоративних рішень, забезпечуючи природний та ефективний спосіб взаємодії людини з обчислювальною технікою. Особливої актуальності такі розробки набувають у контексті створення автономних персоналізованих помічників, що здатні не лише розпізнавати мовлення, а й розуміти складні семантичні зв'язки та виконувати прикладні завдання користувача.

Ефективність роботи подібних систем безпосередньо залежить від синергії методів автоматичного розпізнавання мовлення (ASR), обробки природної мови (NLP) та синтезу голосу (TTS). Традиційні підходи часто стикаються з проблемою низької точності розпізнавання в умовах шумів або обмеженої підтримки конкретних мовних особливостей. У зв'язку з цим перспективним напрямком є побудова модульних архітектур, що інтегрують передові нейромережеві моделі для досягнення максимальної релевантності відповідей та мінімальної затримки сигналу.

У межах даного дослідження реалізовано інтелектуальну систему, архітектура якої базується на поєднанні потужних алгоритмів обробки даних. Для перетворення звукового сигналу в текст використано модель Whisper, яка завдяки глибокому навчанню забезпечує стійкість до діалектів та особливостей вимови. Роботу з контекстом та логіку діалогу забезпечує стек технологій Rasa та spaCy, що дозволяє системі класифікувати наміри користувача та виділяти сутності для подальшої обробки запитів.

Такий підхід дає змогу вийти за межі простих шаблонних команд, реалізуючи гнучкий сценарій спілкування.

Програмна реалізація асистента базується на мові Python із використанням фреймворку Flask для створення стабільного REST API та вебінтерфейсу. Це забезпечує кросплатформеність рішення та можливість легкої інтеграції з зовнішніми сервісами, такими як YouTube API або локальні бази даних контактів на основі SQLite. Особлива увага приділена синтезу мовлення, де використання бібліотек gTTS та pyttsx3 дозволяє системі адаптуватися до наявності інтернет-з'єднання, зберігаючи високу якість вокалізації відповідей.

Аналіз розробленого рішення продемонстрував високу ефективність у виконанні повсякденних операцій: керування додатками, пошуку інформації та автоматизації рутинних дій. Дослідження підтверджує, що інтеграція хмарних обчислень та локальних алгоритмів обробки мови дозволяє створити надійний інструмент, який за точністю та функціональністю відповідає сучасним вимогам до інтелектуальних програмних продуктів.

Список використаних джерел

1. Python documentation. URL: https://docs.python.org/3/
2. OpenAI Whisper Github repository. URL: https://github.com/openai/whisper
3. spaCy documentation. URL: https://spacy.io/usage
4. Rasa documentation. URL: https://rasa.com/docs/
5. Flask documentation. URL: https://flask.palletsprojects.com/
6. SQLite documentation. URL: https://www.sqlite.org/docs.html

Дар'я Домнікова
Науковий керівник – доц. Довгунь А.Я.

ПЛАТФОРМА ПОРТФОЛІО ДЛЯ МИТЦІВ ІЗ СИСТЕМОЮ ТАРГЕТОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ КОНТЕНТНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

З розвитком інформаційних технологій зріс попит на цифрові напрями мистецтва та фахівців у відповідних галузях, що привело до популяризації електронного портфоліо як засобу демонстрації найкращих робіт спеціаліста. Значна кількість митців також надає послуги зі створення робіт на замовлення.

Метою дослідження є розробка програмного забезпечення для керування електронним портфоліо з можливістю надання власних послуг митцями із застосуванням алгоритмів рекомендаційних систем.

Для реалізації поставленого завдання проаналізовано сучасні підходи до створення вебзастосунків, а також алгоритми рекомендаційних системах. Найбільш доцільним підходом для побудови інформаційної системи визначено використання принципів мікросервісної архітектури із застосуванням моделі, що реалізує алгоритми контентної фільтрації з використанням інструментів обробки природної мови (NLP).

Для побудови системи було використано поєднання інструментів ASP.NET Core для реалізації серверної логіки, Entity Framework для взаємодії з базою даних та React для розробки інтерфейсу користувача (рисунок 1).

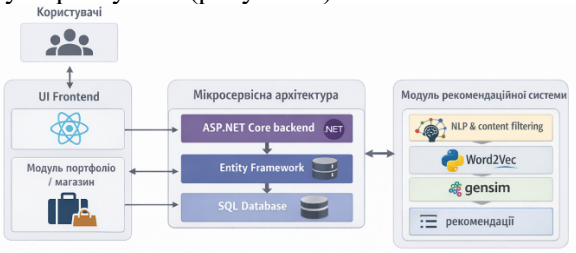


Рис.1. Архітектура мікросервісів для системи

У рекомендаційній системі застосовано алгоритм векторизації тексту Word2Vec [1], реалізований у бібліотеці Gensim [2] для мови програмування Python.

Отримані векторні представлення використовуються для обчислення косинусної подібності між об'єктами. На основі отриманих значень формується рейтинг об'єктів із найвищим рівнем схожості, який використовується для фільтрації в системі.

З урахуванням особливостей поставленого завдання обрано стек технологій, що включає інструменти для реалізації бази даних, користувацького інтерфейсу та моделі рекомендаційної системи. У результаті спроєктовано систему, яка складається з таких функціональних компонентів:

1. Модуль портфоліо та користувацького магазину. Цей модуль надає користувачу інструментарій для створення та керування портфоліо, видами робіт на замовлення (commissions) та/або товарами, власним профілем, а також забезпечує взаємодію з іншими користувачами платформи.

2. Модуль рекомендаційної системи. Призначений для аналізу наявної інформації, побудови моделі рекомендацій та підбору тематично схожих об'єктів на основі сформованої моделі.

Розроблена інформаційна система забезпечує потреби потенційних користувачів предметної області, зокрема створення, редагування та зберігання портфоліо, а також його швидке та зручне поширення між митцем і клієнтом. Крім того, система підтримує створення та взаємодію з оголошеннями.

Реалізована модель рекомендаційної системи демонструє високі показники точності формування рейтингу схожості об'єктів, що дозволяє генерувати релевантні рекомендації на основі активності користувача.

Список використаних джерел

1. Gensim: topic modelling for humans. PII Tools | Discover, analyze & remediate sensitive data anywhere. – [Режим доступу]: URL: https://radimrehurek.com/gensim/models/word2vec.html (дата звернення: 09.03.2026).
2. Gensim: topic modelling for humans. PII Tools | Discover, analyze & remediate sensitive data anywhere. – [Режим доступу]: URL: https://radimrehurek.com/gensim/auto_examples/index.html#documentation (дата звернення: 09.03.2026).
3. GitHub – piskvorky/gensim: Topic Modelling for Humans. GitHub. – [Режим доступу]: URL: https://github.com/piskvorky/gensim (дата звернення: 09.03.2026).

Андрій Дубінський
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЕР СОНЯЧНОЇ ТЕПЛОВОЇ СИСТЕМИ

Сучасна енергетична ситуація у світі визначається не лише обмеженими запасами традиційних енергоносіїв (природного газу та нафти), але й постійним зростанням їх вартості на тлі збільшення глобального споживання. Додатковим викликом є інтенсивне накопичення викидів CO_2, що спричиняє негативні кліматичні зміни та формує потребу у відповідальному й раціональному використанні енергії. У цих умовах особливого значення набуває підвищення ефективності систем енергопостачання та активне впровадження відновлюваних джерел енергії, зокрема інноваційних рішень у сфері теплопостачання [1].

Одним із найбільш перспективних напрямів є використання сонячних теплових систем для нагріву води та опалення будівель. Такі установки дозволяють суттєво скоротити витрати енергії: до 60 % річної потреби на гаряче водопостачання та близько 35% сумарних річних витрат на опалення й теплопостачання. Це не лише зменшує залежність від традиційних паливних ресурсів, але й сприяє екологічній стабільності.

Актуальне завдання – розробка автоматизованого контролера сонячної теплової системи, що забезпечує оптимальне керування її роботою, підвищує ефективність використання сонячної енергії та знижує енергоспоживання будівель [2].

На рис. 1 відображена структурна схема пристрою, принцип якого полягає в керуванні циркуляцією теплоносія між сонячним колектором та накопичувальним баком. Основним елементом такої системи є мікроконтролер ATmega128A, який здійснює обробку сигналів від цифрових давачів температури, інсоляції, тиску та витрати теплоносія. На основі цих даних контролер автоматично вмикає або вимикає циркуляційний насос залежно від різниці температур між колектором і баком, а також забезпечує захист системи від перегріву чи аварійних режимів. Додатково на

дисплеї відображаються ключові параметри роботи – час, дата, рівень сонячної інсоляції, покази давачів та індикація працездатності компонентів.

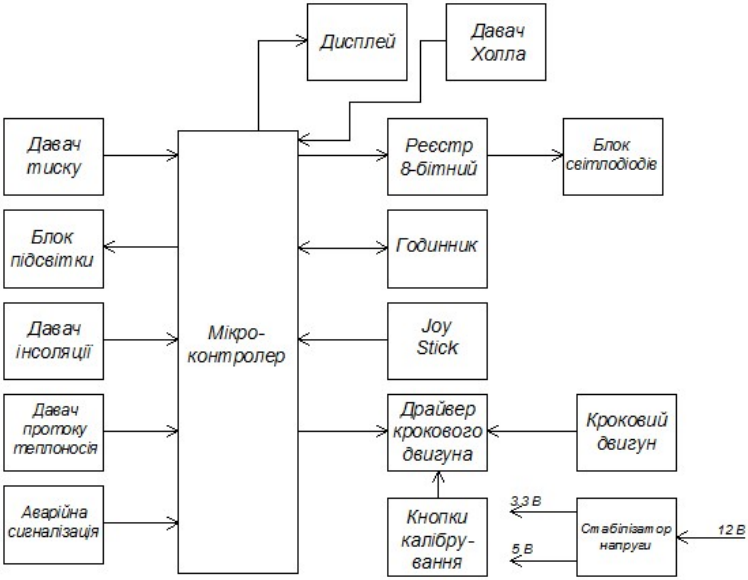


Рис. 1. Структурна схема автоматизованого контролера

Реалізація подібного пристрою автоматизації створює передумови для підвищення енергоефективності житлових і промислових об’єктів, зменшення залежності від традиційних енергоносіїв та сприяє розвитку концепції «розумного дому».

Список використаних джерел

1. Zhai, X., Wang, R., & Dai, Y. (2003). Solar air-conditioning systems for buildings: A review. *Applied Energy*, 76(4), 337–360. https://doi.org/10.1016/S0306-2619(03)00064-3
2. Huan, C., Li, S., Wang, F., Liu, L., Zhao, Y., Wang, Z., & Tao, P. (2019). Performance Analysis of a Combined Solar-Assisted Heat Pump Heating System in Xi’an, China. Energies, 12(13), 2515. https://doi.org/10.3390/en12132515.

Тетяна Дудник
Науковий керівник – асист. Огірко М.О.

РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ БАНЕРУ І ВІЗИТКИ ДЛЯ ТУРАГЕНЦІЇ

У сучасному світі туристична сфера активно розвивається, а конкуренція муж турагенціями постійно зростає. Щоб успішно просувати свої послуги, підприємствам необхідно використовувати ефективні рекламні засоби для привернення уваги потенційних клієнтів. Одними із таких дієвих засобів є банери та візитки, які завдяки своєму вдалому дизайну формують перше враження бренду та допомагають підвищити його пізнаваність.

Варто зазначити, що туристична галузь за останні роки зазнала значних змін. Період пандемії та соціальні виклики, які вона принесла, суттєво вплинули на продажі, оскільки люди певний час обмежували подорожі через відчуття невизначеності та безпеки. Згодом після пандемії в країні наступив воєнний стан, що також дало певні виклики для бізнесу, оскільки через складні часи, клієнти досить тривалий час обмежували себе у витратах та відмовлялися від подорожей, надаючи перевагу базовим потребам і безпеці. Однак згодом почала з'являтися нова тенденція – люди почали усвідомлювати цінність часу та бажання не відкладати життя на потім. Це призвело до поступового відновленню інтересу до подорожей і попит на туристичні послуги почав зростати. На цьому тлі ефективний візуальний маркетинг набуває особливого значення, оскільки він здатен викликати довіру, інтерес та привернути увагу потенційних клієнтів.

Банерна реклама є ефективним елементом зовнішньої та онлайн реклами, оскільки це гарна можливість познайомити клієнта з брендом та коротко зрозуміти особливість компанії і її послуг. Завдяки влучному дизайну, ця реклама здатна привернути увагу потенційних клієнтів і зацікавити їх у подальшому ознайомленні з пропозиціями турагенції. Візитка, в свою чергу, виступає важливим елементом ділової поліграфії, яка виступає не лише носієм контактної інформації, а й слугує засобом залучення клієнтів для

повторного майбутнього використання. Вона компактна, завдяки чому її зручно носити з собою та у разі чого мати можливість розповсюдження [1].

Процес створення банеру та візитки включає кілька основних етапів: додрукарську підготовку, розробку дизайну та підготовку до друку.

На етапі додрукарської підготовки буде здійснюватися аналіз цільової аудиторії, підбір кольорової гами, шрифтів та графічних елементів. Для створення планується використання таких графічних редакторів, як: CorelDraw, Adobe Illustrator та Adobe Photoshop.

Наступним етапом є безпосередня розробка дизайну, зокрема створення візуально привабливих композицій, що відповідають стилю туристичного агентства. На цьому етапі особливу увагу слід приділити технічним параметрам, а саме розміру макета, роздільній здатності, формату файлі та безпеці обрізу, адже від них залежить якість готового продукту. Важливу роль також відіграє правильне розміщення інформації, використання високоякісних зображень та дотримання гармонійного поєднання кольорів.

Завершальним етапом вважається процес підготовки до друку. На банері важливим етапом є встановлення люверсів по периметру або в кутах виробу, що забезпечує зручність монтажу та надійне кріплення на різних конструкціях. Буде виконуватися підгин та проклеювання країв для підвищення міцності матеріалу та запобіганню його пошкодженню під час експлуатації. У випадку візиток основною операцією є точний обріз відповідно до заданого формату, що забезпечує охайний вигляд виробу. Додатково може також застосовуватися ламінування, що підвищить зносостійкість і надасть продукції більш презентабельного вигляду.

Кожен процес вартий особливої уваги, адже саме ці етапи будуть впливати на кінцевий результат, загальне сприйняття і довговічність виробів. Такий підхід допомагає мінімізувати ризик помилок і поліпшити підсумковий результат.

Список використаних джерел

1. Грабовський Є. М., Оленич М. М. (2015). Технологічні процеси видавничо-поліграфічної справи: навч. посіб. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця. 192 с.

Юрій Дячук
Науковий керівник – доц. Маник О.М.

ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ НА ОСНОВІ Bi–Cd–Te

Потрійні системи телуридів та антимонідів привертають значну увагу як перспективні термоелектричні матеріали. Аналіз даних про кристалічну структуру, термодинамічні та квантові властивості кадмію дозволив сформувати теоретичну модель хімічного зв'язку, визначити силові постійні та характеристичні температури, що є важливими для обґрунтування технологічних підходів до синтезу матеріалів на його основі [1].

Особливості таких систем зумовлені складною концентраційною та структурною залежністю: характер хімічного зв'язку змінюється від металевого у вихідних компонентах до ковалентного у сполуках і проміжного – у твердих розчинах. Це ускладнює прогнозування властивостей і зумовлює необхідність експериментального розв'язання технологічних задач, оскільки послідовної теорії фазових перетворень з позицій хімічного зв'язку ще немає.

Саме тому для вирішення технологічних питань в потрійних системах необхідні нові підходи для вирішення задач комплексного характеру [2]. Особливої актуальності набуває питання, як загальні принципи можна плідно використати для аналізу реальних систем, для розв'язання конкретних, багатофакторних задач.

У зв'язку з цим поставлено завдання: проаналізувати теоретичні підходи та моделі, які дозволяють узагальнити можливості вже існуючих шляхом об'єднання термодинамічного, статистичного, квантово-механічного та провести оцінку параметрів хімічного зв'язку та міжатомної взаємодії в потрійних системах Bi–Cd–Te.

Результати розрахунків ефективних радіусів $R_U^{Cd,Te}$, перерозподілу ефективних зарядів Δq_i та енергії дисоціації D_i в залежності від міжатомних відстаней d_i нееквівалентних гібридних орбіталей (НГО) Cd–Te наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Ефективні радіуси $R_U^{Cd,Te}$, ефективні заряди $\Delta q(\varphi_i)$ та енергії дисоціації $D(\varphi_i)$ в кристалах Cd–Te в залежності від міжатомних відстаней d_i

НГО / Параметри	Cd-Te					
	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6
d_i(Å)	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
R_U^{Cd}(Å)	1,355	1,41	1,465	1,515	1,576	1,63
R_U^{Te}(Å)	1,445	1,49	1,535	1,585	1,624	1,67
$\Delta q(\varphi_i)$	0,497	0,318	0,134	-0,022	-0,195	-0,34
$D_i(\varphi_i)$eV	2,116	2,044	1,977	1,913	1,855	1,798

Аналогічні дослідження проведені для Bi–Te та Bi–Cd. Такий підхід дозволив описати процеси формування міжатомної взаємодії на різних технологічних рівнях з позицій хімічного зв'язку. Врахована інформація про фізико-хімічні властивості та хімічний зв'язок вихідних елементів (Bi, Cd, Te); бінарних сполук на основі вихідних елементів (Bi–Cd, Bi–Te, Cd-Te) та проведено розрахунки залежності параметрів хімічного зв'язку від міжатомних відстаней (ефективних радіусів, перерозподілу електронної густини на відповідних хімічних зв'язках та енергії дисоціації зв'язків, що формують кристалічну структуру). Наведені результати можуть бути використані при розробці технологічних режимів отримання нових матеріалів на основі Bi–Cd–Te.

Список використаних джерел

1. Manyk O. M., Manyk T. O., Bilynskyi-Slotylo V. R. (2023). Theoretical models of ordered alloys of ternary systems of thermoelectric materials: 4. Chemical bond and state diagrams of Bi–Cd–Sb. *Journal of Thermoelectricity*. No 2. P. 72–80. https://doi.org/10.63527/1607-8829-2023-2-72-80.
3. Маник О. М. (1999). Багатофакторний підхід в теоретичному матеріалознавстві. Чернівці: Прут. 432 с.

Анастасія Жданюк
Науковий керівник – доц. Стецько Ю. П.

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ «BALANCEME»

У сучасному світі, що характеризується високим рівнем стресу, швидким темпом життя та значним інформаційним навантаженням, питання збереження ментального здоров'я набуває особливої актуальності.

У зв'язку з цим виникає потреба у створенні сучасних цифрових інструментів, які дозволяють здійснювати регулярний моніторинг психоемоційного стану, аналізувати динаміку змін та отримувати персоналізовані рекомендації. Одним із таких рішень є вебзастосунок «BalanceMe».

Мета роботи – розробка вебзастосунку для моніторингу емоційного стану користувача, який забезпечує фіксацію настрою, збереження нотаток, аналітичну обробку даних та їх візуалізацію.

Розроблений застосунок «BalanceMe» – це односторінковий вебдодаток (Single Page Application), який реалізований із використанням сучасного стеку вебтехнологій: HTML5, CSS3 та JavaScript (ES6). Для візуалізації даних використано бібліотеку Chart.js, а для збереження інформації – LocalStorage API, що дозволяє забезпечити повну конфіденційність даних користувача без передачі їх на сервер.

Функціональні можливості системи включають:

- реєстрацію та авторизацію користувача;
- фіксацію емоційного стану (радість, спокій, сум, тривога та ін.);
- додавання текстових нотаток;
- перегляд історії записів;
- побудову графіків динаміки настрою;
- надання персоналізованих рекомендацій;
- налаштування тем оформлення та створення власних категорій настрою.

В основі роботи застосунку лежить математична модель, яка дозволяє перетворити якісні показники емоцій у кількісні зна-

чення. Кожному емоційному стану присвоюється ваговий коефіцієнт, що використовується для побудови часових рядів та аналізу динаміки змін. Це дає змогу виявляти потенційно тривожні періоди та інформувати користувача про можливі ризики.

Особливу увагу приділено питанням конфіденційності. Усі дані зберігаються локально у браузері користувача, що виключає ризик витоку персональної інформації.

У результаті виконання роботи створено повнофункціональний програмний продукт, який відповідає сучасним вимогам до якості програмного забезпечення: надійності, продуктивності, зручності використання та безпеки.

У перспективі можливе розширення функціоналу застосунку шляхом інтеграції алгоритмів машинного навчання для аналізу текстових нотаток, створення мобільної версії та підключення біометричних даних для більш точного визначення стану користувача.

Список використаних джерел

1. Антомонов М. Ю. (2018). Математичні методи обробки та аналізу медико-біологічних даних : підручник. Київ : Наукова думка. 576 с.
2. Терейковський І. А., Терейковська Л. О. (2023). Розробка вебзастосунків мовою JavaScript : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 164 с.
3. Швець Н. О. (2024). Психологічна самодопомога в цифровому середовищі: тренди та виклики. *Вісник психології і педагогіки*. Вип. 28. С. 112–118.
4. Chart.js Documentation : вебсайт. URL: https://www.chartjs.org/docs/ (дата звернення: 27.03.2026).

Діана Заболотна
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

ФОРМУВАННЯ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасна парадигма технологічної освіти в Україні орієнтована на перехід від репродуктивного засвоєння техніко-технологічних знань до формування інноваційної особистості, здатної до творчої самореалізації. У контексті Нової української школи уроки технологій постають унікальним майданчиком для розвитку креативного мислення, оскільки вони інтегрують інтелектуальну діяльність із практичним втіленням задуму. Креативність у трудовій діяльності розглядається не лише як здатність створювати оригінальні вироби, а як системне вміння знаходити нестандартні шляхи розв'язання конструкторських завдань та адаптуватися до мінливих умов виробничого процесу [3, с. 120-127].

Побудова освітнього процесу на засадах креативності вимагає від учителя технологій докорінного перегляду методичних підходів. Основним завданням стає створення психолого-педагогічних умов, за яких учень перестає бути виконавцем алгоритмів і стає суб'єктом проєктування. Важливим чинником тут є впровадження методу проєктів, де кожен етап – від обґрунтування теми до презентації готового об'єкта – стає локусом для прояву індивідуальності [1, с. 13-20].

Особливу увагу в процесі формування творчих здібностей слід приділяти методам активізації пошукової діяльності. Одним із найбільш дієвих є метод фокальних об'єктів, який полягає у перенесенні властивостей випадково обраних предметів на об'єкт, що проєктується.

Розвиток креативності нерозривно пов'язаний із формуванням графічної культури та опануванням сучасних цифрових інструментів. Використання елементів STEM-освіти на уроках технологій, зокрема комп'ютерного моделювання та 3D-дизайну, розширює межі дитячої уяви [2, с. 87-97]. Учень отримує можливість віртуально експериментувати з формою та кольором ще до

початку роботи з матеріалом, що значно підвищує якість проєктної документації та валідність кінцевого продукту. Крім того, актуальним напрямом є апсайклінг, який стимулює креативність через пошук нових функцій для використаних речей, виховуючи при цьому екологічну відповідальність [4].

Завершальним етапом формування креативного мислення є рефлексія та самооцінювання. Учень повинен навчитися критично аналізувати свій виріб не лише за технічними параметрами, а й за критеріями новизни та суспільної значущості. Оцінка творчої діяльності має бути стимулюючою, враховувати прогрес особистості та оригінальність підходу, навіть якщо технічне виконання містить певні недоліки.

Отже, уроки технологій перетворюються на лабораторію творчості, де формується готовність майбутнього фахівця до інноваційної діяльності в будь-якій сфері суспільного життя. Впровадження означених підходів дозволяє реалізувати головну мету технологічної освіти – виховання людини, яка не просто володіє інструментом, а здатна генерувати ідеї, що змінюють навколишній світ.

Список використаних джерел

1. Бірук В., Павленко Г. (2022). Розвиток креативності учнів на уроках технологій засобами декоративно-прикладного мистецтва: методичні рекомендації. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 45 с. URL : https://eprints.zu.edu.ua/44390/1/1.pdf
2. Вовчаста Н., Байрамова О., Чорна Г. (2022). Розвиток навичок креативного мислення у здобувачів вищої освіти. *Український педагогічний журнал*. № 1. С. 87–97. URL: https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-1-87-97
3. Лескі К. (2020). Креативність як шторм: посібник із творчого процесу / пер. з англ. О. Тільна. Київ : ArtHuss. 208 с. URL : https://www.arthuss.com.ua/books-blog/kreatyvnist-yak-shtorm-pro-svidome-ta-postupove-pidkorennya-kreatyvnoho-protsesu
5. Розвиток креативного мислення в школах: способи впровадження та основні проблеми – дослідження PISA. Нова українська школа. 2023. URL : https://nus.org.ua/2023/09/22/rozvytok-kreatyvnogo-myslennya-v-shkolah-sposoby-vprovadzhennya-ta-osnovni-problemy-doslidzhennya-pisa/

Богдан Завада
Науковий керівник – доц. Шумиляк Л.М.

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ПАЦІЄНТІВ І ЗАПИСІВ НА ПРИЙОМ У ПРИВАТНІЙ КЛІНІЦІ

Зі зростанням кількості приватних медичних закладів та підвищенням вимог до якості обслуговування пацієнтів виникла потреба у створенні ефективних інструментів автоматизації адміністративних процесів. Більшість невеликих клінік досі використовують паперові журнали або локальні таблиці для ведення записів, що ускладнює контроль завантаженості лікарів, відстеження історії відвідувань та оперативне управління розкладом. Відсутність централізованої системи призводить до дублювання даних, помилок при плануванні та зниження якості взаємодії з пацієнтами. Отже, актуальність розробки веборієнтованої CRM-системи для медичного закладу очевидна.

У роботі було спроектовано та розроблено клієнт-серверний вебзастосунок на основі сучасного технологічного стеку. Серверну частину реалізовано засобами фреймворку Django 4 із використанням Django REST Framework для побудови RESTful API. Як систему управління базами даних обрано PostgreSQL – надійне рішення з підтримкою транзакцій та складних запитів. Клієнтську частину реалізовано на фреймворку Vue 3 із застосуванням Vite як засобу збірки та Pinia для управління станом застосунку [1].

Систему авторизації побудовано на основі механізму JWT (JSON Web Tokens) із підтримкою трьох ролей користувачів: адміністратор клініки, лікар та реєстратор. Кожна роль отримала відповідні права доступу: адміністратор здійснює повне управління системою, реєстратор відповідає за створення та редагування записів на прийом, лікар – за перегляд розкладу та ведення медичних нотаток.

Структуру бази даних спроектовано з використанням таких основних сутностей: *User* (обліковий запис з роллю), *Doctor* (профіль лікаря зі спеціалізацією), *Patient* (картка пацієнта),

Appointment (запис на прийом), *MedicalNote* (нотатка після прийому) та *ActivityLog* (журнал дій). Зв'язки між сутностями реалізовано через зовнішні ключі та механізм ORM Django, що забезпечило цілісність даних та зручність роботи із запитами [2].

Ключовою функціональністю системи стала воронка прийомів – механізм відстеження стану запису зі статусами: «новий», «підтверджено», «в процесі», «завершено» та «скасовано». На клієнтській частині реалізовано Kanban-дошку для візуального управління записами з підтримкою перетягування між колонками за допомогою бібліотеки vue-draggable-next. Для нагадування пацієнтів про майбутні прийоми розроблено інтеграцію з поштовим сервісом через механізм сигналів Django та SMTP-протокол.

Інтерфейс застосунку включає сторінку авторизації, панель адміністратора з аналітикою, список та картку пацієнта з повною історією відвідувань, календар прийомів із фільтрацією за лікарем і датою, а також форму медичної нотатки. Для відображення статистики на дашборді (кількість прийомів, конверсія воронки, завантаженість лікарів) використано бібліотеку Chart.js [3].

У результаті виконаної роботи розроблено повнофункціональний вебзастосунок CRM-системи для приватної клініки, який забезпечує централізоване зберігання даних пацієнтів, автоматизацію процесу запису на прийом та рольове розмежування доступу. Систему перевірено на основних сценаріях використання. Практична цінність розробки полягає у скороченні часу на адміністративні операції та підвищенні якості обслуговування пацієнтів у малих і середніх медичних закладах.

Список використаних джерел

1. Django REST Framework – офіційна документація. URL: https://www.django-rest-framework.org/
2. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. URL: https://www.postgresql.org/docs/
3. Vue 3 – офіційна документація. URL: https://vuejs.org/guide/introduction.html

Олександр Заєць
Науковий керівник – асист. Коновчук О.В.

ВИГОТОВЛЕННЯ БЛОКА КОМУТАЦІЇ ДЛЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

Як показує практика, при виконанні планових, а особливо аварійних електричних вимірюваннях електричних кабелів зв'язку особливе місце займають дослідження, що пов'язані з вимірюванням ємності.

Зауважимо, що практика вимірювання електричної ємності кабелів зв'язку сьогодні здійснюється сучасними цифровими пристроями, одна для визначення відстані до місці пошкодження кабельного ланцюга вимагає дорогих приладів. Зрозуміло, що використання сучасного обладнання значно полегшує роботу персоналу ремонтно-відновлювальних бригад, оскільки для цього необхідно, у більшості випадків, достатньо лише ознайомитися з інструкцію по експлуатації засобу вимірювання. Однак для поглибленого вивчення класичних методів визначення відстані до місця пошкодження кабелів зв'язку, таких як мостовий на пульсуючому струму при непошкодженій ізоляції або метод порівняння ємностей, корисне вивчення схеми вимірювання ємностей балістичним методом.

У електричної схеми вимірювання ємності балістичним методом одним із ключових елементів є на перший погляд простий перемикач, який використовується для заряджання та розряджання конденсатора (провідників кабелів зв'язку) для вимірювання його ємності. Більше того, для калібрування вимірювальної схеми приладу магнітоелектричної системи, частота перемикань відіграє ключову роль.

За результатами теоретичного огляду основних схем вимірювання ємності вибрано схему з використанням принципу заряд-розряд з використанням симетричного генератора імпульсів постійного струму (рис.1). Для забезпечення можливості налаштування вимірювальної схеми передбачено можливість регулювання частоти для підвищення точності вимірювання.

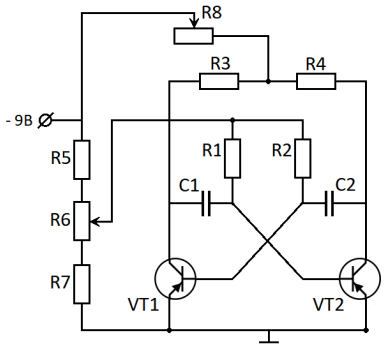


Рис. 1. Схема мультивібратора з регулюванням частоти

За результатами дослідження виготовленого прототипа встановлено, що зміна напруги живлення автоколивального мультивібратора у межах робочих значень від 4 В до 8 В не впливає на частоту вихідних сигналів. Підтверджено сталість граничних значень діапазону зміни частоти вихідних сигналів від 22 Гц до 31 Гц шляхом зміни напруги живлення кола бази транзистора. Установлено ефективність рішення, щодо використання дільника напруг як засобу зміни частоти блока комутації для налаштовування вимірювального механізму за допомогою калібрувального конденсатора. Результати експериментальних вимірювань доводять, що вибір значення опору додаткового резистора у колекторному колі важливий для зміщення граничних меж зміни частоти роботи мультивібратора.

Список використаних джерел

1. Васюра А. С. (2000). Електромагнітні елементи та пристрої систем управління і автоматики, ч.1. Електромагнітні елементи аналогових пристроїв: навч. пос. Вінниця: ВДТУ. 146 с.
2. Махлін П. В., Шрам О. А., Іваненко Є. П. (2020). Конструкції та принципи дії реле на різних елементних: навч. посібник. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка». 112 с. URL: https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8c6138c1-1d96-48f4-8a29-eb51a0451634/content

Зазуляк Степан
Науковий керівник – доктор фіз.-мат. Борча М. Д.

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОШАРОВОГО ГАЗОВОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПОМНОЖУВАЧА

У сучасній науці та техніці використовується широкий спектр детекторів, які відрізняються за принципом дії, призначенням і конструктивними особливостями. Така різноманітність зумовлена необхідністю реєстрації різних типів випромінювання, а також вимогами до просторової та часової роздільної здатності, енергетичної точності та швидкодії вимірювальних систем. Газонаповнені детектори [1] базуються на процесах іонізації газу зарядженими частинками та подальшому дрейфі й підсиленні електронів у електричному полі і використовуються в трекових системах детектування частинок. Напівпровідникові детектори [2] працюють завдяки утворенню електрон-діркових пар у твердому тілі та вирізняються високою точністю вимірювання енергії й координат частинок. Сцинтиляційні детектори [2] реєструють випромінювання через світлові спалахи, що виникають у матеріалі під дією частинок, і відзначаються високою ефективністю та швидкодією. Кожен із цих типів застосовується залежно від завдань експерименту.

У роботі систематизовано інформацію про основні типи газонаповнених детекторів, їхні фізичні принципи роботи, характеристики та області застосування. Зокрема, приділено увагу дослідженню одношарового газового електронного помножувача (GEM) як однієї з базових і широко застосовуваних конфігурацій газових детекторів [3].

Із використанням програмного пакета Garfield++ у роботі здійснено моделювання залежності дрейфової швидкості від напруженості електричного поля. Розрахунки виконано для п’яти типових газових сумішей – P10, Ar/CO_2 (70/30), He/CF_4, Xe та Ar/CO_2 (90/10) [4, 5].

На рис.1 наведено результати розрахунку швидкості дрейфу електронів (визначає часову роздільну здатність приладу) у

різних робочих сумішах. Встановлено, що суміш P10 забезпечує високу швидкість при низьких полях дрейфу, тоді як суміші на основі Ar/CO2 демонструють кращу стабільність при високих значеннях напруженості поля. Ксенон характеризується мінімальною швидкістю дрейфу через велику масу атомів та переріз взаємодії.

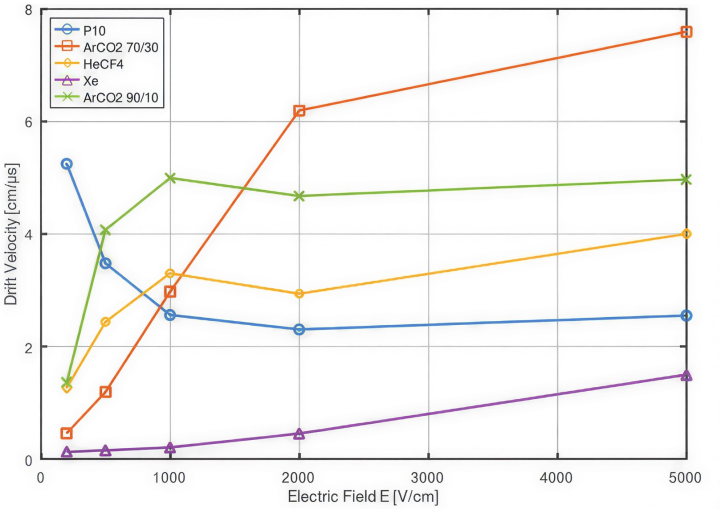


Рис.1. Залежність швидкості дрейфу електронів від напруженості електричного поля для різних газових сумішей

Отримані дані дозволяють:

- порівняти вплив складу газу на характеристики детектора;
- краще зрозуміти особливості його роботи;
- оптимізувати часові характеристики детектора шляхом вибору відповідного складу газової суміші.

Список використаних джерел

1. GASEOUS RADIATION DETECTORS Fundamentals and Applications Fabio Sauli
2. PARTICLE DETECTORS Second Edition Claus Grupe, Boris Shwartz
3. https://atom.knu.ua/books/ExpMethHEP_Onishchuk.pdf
4. https://arxiv.org/pdf/2107.00858
5. https://arxiv.org/pdf/2106.15970

Олександр Заплітний
Науковий керівник – асист. Кшевецький О.С.

ПОЛІНОМІАЛЬНА АПРОКСИМАЦІЯ ТА КРОС-ПЛАТФОРМНА ВЕРИФІКАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕЦИЗІЙНИХ ТЕРМОСЕНСОРІВ

Дослідження термоелектричних пристроїв та кінетичних явищ у напівпровідниках може потребувати прецизійного вимірювання температурних градієнтів. У даній роботі проведено аналіз характеристик платинового резистивного датчика температури (RTD) [1, 2] на основі значного обсягу експериментальних вимірювань.

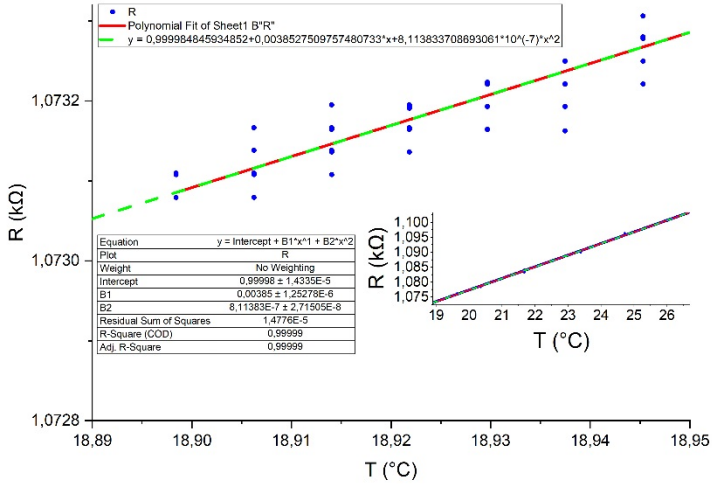


Рис. 1. Експериментальна залежність опору RTD від його температури та графіки відповідних наближених функцій

Для отримання аналітичного виразу температурної залежності на основі експериментальних даних у середовищі Origin було застосовано метод поліноміальної апроксимації (Curve Fitting). Математична обробка здійснювалася за алгоритмом Analysis → Fitting → Polynomial Fit, що дозволило побудувати функцію, яка з практичного погляду досить точно описує характеристику датчика.

На наведеному графіку відображено результати обробки:

– сині маркери – масив, у якому понад 30 000 первинних експериментальних точок, що характеризують залежність опору від температури в досліджуваному діапазоні;

– червона суцільна лінія – апроксимуюча крива другого ступеня, побудована за методом найменших квадратів у середовищі Origin;

– зелена пунктирна лінія – результат незалежного розрахунку в системі Wolfram Mathematica, накладений для крос-платформної верифікації моделі.

Коефіцієнт детермінації – $R^2 \approx 0{,}9999$ свідчить про високий ступінь відповідності аналітичного опису реальним фізичним процесам у датчику.

З метою крос-платформної перевірки та виключення системних помилок програмного забезпечення, ті самі дані були незалежно опрацьовані в системі Wolfram Mathematica. Добра відповідність, майже тотожність розрахованих коефіцієнтів у двох незалежних програмних комплексах, дозволила встановити кінцеве рівняння температурної залежності опору R_t:

$$R_t = 1\,\text{k}\Omega \cdot \left(0.999984845934852 + 0.0038527509757480733\,\frac{1}{°C}\cdot t + 8.1138337086930 61\cdot 10^{-7}\,\frac{1}{(°C)^2}\,t^2\right),$$

де R_t – наближене значення електричного опору резистивного датчика температури при температурі t, яка виражена в $°C$.

Отже, застосування двох незалежних програмних середовищ дозволило верифікувати математичну модель RTD. Такий підхід підвищує достовірність результатів при дослідженні фізичних явищ чи ефектів при надмалих змінах температури у нових напівпровідникових структурах.

Список використаних джерел

1. Kshevetskyi, O. (2025). Estimation of relatively small temperature differences with the use of resistive temperature sensors. Part 1. *Physics and Chemistry of Solid State*, *26*(3), 622–631. https://doi.org/10.15330/pcss.26.3.622-631.
2. Chen, A.; Chen, H.-Y.; Chen, C. (2020). A Software Improvement Technique for Platinum Resistance Thermometers. *Instruments*, 4(2),15. https://doi.org/10.3390/instruments4020015.

Василь Затолочний
Науковий керівник – асист. Іванський Д.І.

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ГАУССОВОГО ПУЧКА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СВІТЛОРОЗСІЮВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

Поширення світла в біологічних тканинах є складним багатофакторним процесом. Особливий науковий інтерес становить дослідження рогівки ока, яка, будучи багатошаровим середовищем, поєднує високу прозорість із ефектами багаторазового розсіяння. Розуміння механізмів трансформації світлових пучків у таких структурах критичне для вдосконалення методів неінвазивної діагностики, зокрема оптичної когерентної томографії (ОКТ) [1].

Метою роботи є встановлення кількісних закономірностей між параметрами розсіюючого середовища (коефіцієнт розсіяння μ_s, фактор анізотропії g) та вихідними характеристиками гауссового пучка за допомогою статистичного методу Монте-Карло [2].

Для розв'язання поставленої задачі було розроблено програмний комплекс у середовищі Wolfram Mathematica. Алгоритм базується на моделюванні траєкторій окремих фотонів у багатошарових біологічних тканинах [2]. Початковий пучок моделювався як набір з 10^4 фотонів із гауссівським розподілом інтенсивності в поперечній площині ($w_0 = 0.5$ мкм). У моделі враховано:

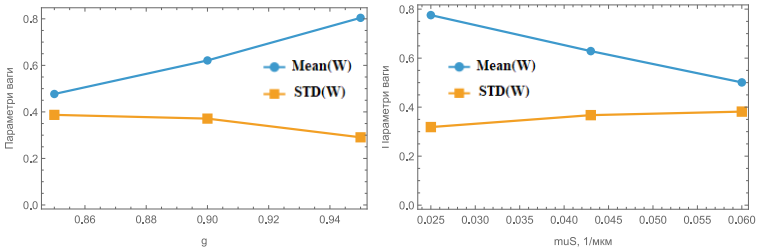
1. Випадковий вибір довжини вільного пробігу згідно з експоненціальним законом.
2. Перерахунок напрямку руху після кожного акту розсіяння на основі фазової функції Хені – Грінштейна [2].
3. Зміну енергетичної ваги фотона (w) при взаємодії з частинками середовища.

Для оптимізації розрахунків використано засоби паралельного обчислення (ParallelTable) для різних значень g та μ_s.

У ході моделювання досліджено кількісні залежності енергетичних та геометричних параметрів вихідного пучка (ваги та координат фотонів) від характеристик середовища (рис.1). Встановлено, що при високих значеннях фактора анізотропії ($g \approx 0.95$,

що характерно для здорової тканини рогівки [1]) пучок зберігає компактність. Зменшення параметра g призводить до зростання кутів розсіяння, що супроводжується нелінійним зростанням середньоквадратичного відхилення (СКВ) ваги фотонів та зменшенням її середнього значення (рис. 1а).

Енергетичні характеристики пучка чутливі до змін коефіцієнта розсіяння μ_s. Зокрема, зі збільшенням μ_s від 0.02 до 0.06 1/мкм виникає невелике зростання СКВ та суттєве зменшення енергії пучка (рис.1б). Це підтверджує можливість використання енергетичних метрик плями розсіяного світла як надійних індикаторів структурних змін у тканинах.



а б

Рис. 1. Залежність середнього значення (синій) та СКВ (жовтий) енергії розсіяного пучка (ваги фотонів) від параметрів середовища: (а) фактора анізотропії g; (б) коефіцієнта розсіяння μ_s

Отже, розроблена модель дозволяє кількісно прогнозувати трансформацію гауссового пучка в мутних середовищах. Отримані дані про можуть бути інтегровані в алгоритми обробки ОКТ-сигналів для підвищення точності діагностики середовища [1].

Список використаних джерел

1. Comprehensive Investigation of the Eye-Cornea Structure Based on on the Extended Techniques of Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomography / O. V. Angelsky et al. *Journal of Biophotonics*. 2025. Vol. 18, No. 10. Art. e202500101. URL: https://doi.org/10.1002/jbio.202500101
2. Wang L., Jacques S. L. MCML – Monte Carlo modeling of light transport in multi-layered tissues. *Comput. Methods Programs Biomed*. 1995. Vol. 47, No. 2. P. 131-146. URL: https://doi.org/10.1016/0169-2607(95)01640-F

Євген Захаров, Теодор Мігальчан
Науковий керівник – доц. Гресь О.В.

АНАЛІЗ КІБЕРЗАГРОЗ ДЛЯ СИСТЕМ IOT У СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій сприяв активному впровадженню концепції IoT (IoT – Internet of Things) у різні галузі, зокрема у сферу охорони здоров'я. Медичні IoT-системи та пристрої (IoMT – Internet of Medical Things), включають широкий спектр рішень: від носимих сенсорів і фітнес-трекерів до імплантованих кардіостимуляторів та систем дистанційного моніторингу пацієнтів. Широке використання IoT – пристроїв у сфері охорони здоров'я робить їх привабливою ціллю для кіберзлочинців [1].

Особливістю використання IoMT-систем є те, що кібератаки на такі системи можуть мати не лише інформаційні, але й фізичні наслідки. Наприклад, компрометація імплантованих пристроїв або систем дозування ліків може призвести до критичних ситуацій для пацієнтів. Такі пристрої часто збирають і передають конфіденційні медичні дані, які у разі витоку, можуть призвести до серйозного порушення конфіденційності інформації або навіть використання особистої інформації у шахрайських цілях [1, 2].

Для систематизації кіберзагроз на IoMT-системи та пристрої доцільно виділити такі їх категорії:

- мережеві (перехоплення та підміна даних, DDoS-атаки, атаки типу «людина посередині», тощо),
- програмні (експлуатація вразливостей, шкідливе програмне забезпечення, вразливості в прошивці пристроїв, слабке шифрування або нехтування стандартами),
- апаратні (несанкціонований доступ, модифікація або виведення з ладу пристроїв),
- організаційні (людський фактор, відсутність політик безпеки).

Така класифікація дозволяє комплексно оцінити загрози та ризики, а також визначити напрями їх мінімізації.

Отже, провівши аналіз кіберзагроз IoMT-пристроїв [1, 2], можна зазначити, що методи захисту таких систем та пристроїв повинні базуватися на багаторівневому підході.

Основним елементом є застосування криптографічних методів захисту даних, де разом із традиційними алгоритмами шифрування доцільно використовувати більш стійкі легковагові криптографічні алгоритми, що забезпечують знижене навантаження на обчислювальні ресурси пристроїв.

Важливі компоненти – впровадження багатофакторної автентифікації та своєчасне оновлення та перевірка цілісності прошивок, що дає змогу запобігти експлуатації відомих вразливостей та підвищити рівень контролю доступу до системи. Необхідно забезпечити й логічне розмежування мережевої інфраструктури шляхом сегментації та ізоляції критично важливих компонентів. У цьому контексті ефективним підходом є використання архітектури кібербезпекової сітки (CSMA), яка забезпечує гнучке керування доступом і централізоване адміністрування політик безпеки.

Окрему увагу слід приділити застосуванню технологій блокчейн для гарантування цілісності медичних даних і захисту транзакцій під час обробки електронних медичних записів.

Отже, можна зробити висновок, що забезпечення належного рівня захисту IoMT-пристроїв потребує створення адаптивних систем кібербезпеки, які враховують ресурсні обмеження таких пристроїв, а також особливості функціонування медичних інформаційних середовищ.

Список використаних джерел

1. Islam S. M. R., Kwak D., Kabir M. H., Hossain M., Kwak K. S. (2015). The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey – *IEEE Access.* Vol. 3. P. 678–708.
2. Семеренська В. (2025). Безпека медичних кіберфізичних систем. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління».* № 66. С. 63–72.

Валерія Земляк
Наукова керівниця – проф. Зенкова К.Ю.

РОЗРОБКА ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ОДЯГУ

Сучасні тенденції розвитку пакувальної індустрії зумовлюють необхідність створення функціонально обґрунтованих, технологічно раціональних та естетично привабливих рішень для дитячої продукції. Пакування дитячого одягу виконує комплексну роль: забезпечує захист виробу під час транспортування та зберігання, сприяє збереженню його товарного вигляду, а також формує візуальну ідентифікацію бренду.

Метою дослідження є розроблення конструкції картонної коробки для дитячого одягу з урахуванням вибору матеріалу, способу друку, особливостей штампування та технології складання. Тришарова структура – два плоских шари та один гофрований шар малого профілю мікрогофрокартону забезпечує підвищену стійкість до стискання, достатню жорсткість конструкції та амортизаційні властивості.

Виготовлення коробки передбачає використання технології висікання штампом**,** який формує лінії різання та біговки. Біговка забезпечує точне згинання без пошкодження верхнього шару картону та запобігає утворенню тріщин під час складання. Точність виготовлення штампа безпосередньо впливає на якість геометрії виробу та стабільність технологічного процесу [1].

Для нанесення графічного оформлення застосовано цифровий струменевий друк з УФ-закріплюваними чорнилами. Така технологія забезпечує високу якість зображення, точність передачі кольорів і стійкість до механічних впливів. Відсутність друкарських форм робить її економічно доцільною для малих і середніх тиражів [2].

Додатково для підвищення експлуатаційних характеристик використано прозору самоклеючу поліпропіленову плівку, яка виконує захисну функцію. Її застосування сприяє підвищенню зносостійкості поверхні, захищає друкований шар від стирання

та впливу вологи, а також покращує візуальне сприйняття продукції [3].



Рис. · Макет дизайну пакування для дитячого одягу

Графічне оформлення коробки виконано з урахуванням особливостей дитячої аудиторії та їхніх батьків. Використано гармонійну кольорову гаму та композиційні елементи, що формують позитивне емоційне сприйняття продукції (рис. 1).

Результатом роботи є конструкція картонної коробки для пакування дитячого одягу, яка поєднує функціональність, екологічність та технологічну доцільність. Запропоноване рішення може бути використане на підприємствах поліграфічної та пакувальної галузі для виготовлення конкурентоспроможної продукції.

Список використаних джерел

1. https://pack.ua/uk/articles/upakovka-stati/kartonnyye-korobki-stati-iobzory/tekhnologii-proizvodstva-upakovki-kak-sozdayutsya-kartonnyyekorobki-i-syrye-iz-kotorogo-ikh-delayut-chast-2
2. https://poligrafika.com.ua/uk?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=666206908930&utm_term=%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0&utm_campaign=search_brand&gad_source=1&gad_campaignid=20382992075&gbraid=0AAAAAo4sX5FeHy9eYxtMlIi40ntf3cMAm&gclid=Cj0KCQjw37nNBhDkARIsAEBGI8NlmVYyOe0qXzPEJmgKkHP4odvrelTeMytG80XdknbOWWGgtszx2AaAjJKEALw_wcB
3. https://itstore.dp.ua/2023/10/shho-take-samoklejuchij-papir-ta-dlja-chogovin-potribnij/

Андрій Зінич
Науковий керівник – доц. Андрущак Г.О.

ОЦІНЮВАННЯ КІБЕРБЕЗПЕКОВИХ РИЗИКІВ ІНВЕРТОРІВ І СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Цифровізація сонячної енергетики супроводжується широким упровадженням інверторів, систем моніторингу, хмарних платформ, мобільних застосунків і засобів віддаленого адміністрування. Такі рішення підвищують ефективність експлуатації сонячних електростанцій, але одночасно розширюють поверхню атаки та формують нові кіберризики. За сучасних умов інвертори й пов'язані з ними цифрові компоненти доцільно розглядати не лише як елементи енергетичного обладнання, а й як вузли мережевої інфраструктури, уразливість яких може впливати на доступність, цілісність і безпечність функціонування об'єкта [1].

Актуальність дослідження зумовлена тим, що системи моніторингу СЕС часто залежать від зовнішньої хмарної інфраструктури, каналів оновлення, API, веб-інтерфейсів і сервісних підрядників. За недостатньої сегментації мережі, слабкого контролю доступу та непрозорих механізмів оновлення такі компоненти можуть створювати ризики порушення безперервності роботи, викривлення телеметрії, втрати керованості окремими функціями та посилення залежності від постачальника [1, 2].

У роботі розроблено підхід до оцінювання кіберризиків інверторів і систем моніторингу СЕС, який поєднує технічні, організаційні та постачальницькі чинники й може бути покладений в основу програмного засобу підтримки рішень. Основна ідея полягає в оцінюванні не окремого пристрою, а всієї цифрової екосистеми СЕС: інвертори, системи моніторингу, шлюзи, канали віддаленого доступу, механізми оновлення та інтеграції з іншими інформаційно-керувальними системами. Така постановка відповідає ризик-орієнтованій логіці NIS2 та секторним вимогам ЄС до кіберстійкості електроенергетики [1].

Методично доцільним є багатокритеріальний підхід, основу якого становлять мережева експозиція, ризик віддаленого доступу, залежність від хмарної інфраструктури, довіра до механізмів оновлення, зрілість контролю доступу, якість журналювання, рівень сегментації мережі, залежність від третіх сторін і прозорість постачальницького ланцюга. Окремого аналізу потребують ризики, пов'язані з походженням програмного забезпечення, телеметричних сервісів, сервісної інфраструктури та каналів технічної підтримки. Така структура узгоджується з рекомендаціями ENISA, галузевими настановами для інтелектуальної енергетики та сучасними вимогами до цифрових продуктів [2, 3].

Практичне значення запропонованого підходу полягає у створенні пояснюваної системи оцінювання ризиків на основі правил, яка дає змогу порівнювати архітектурні рішення, аналізувати вплив компенсувальних заходів і формувати пріоритетні рекомендації для оператора СЕС. До таких рекомендацій належать мережева ізоляція обладнання, обмеження зовнішніх інтеграцій, переведення моніторингу у локальний контрольований контур, посилення контролю доступу, зміна політики оновлень або поетапна заміна ризикових компонентів. Отже, комплексне оцінювання інверторів і систем моніторингу СЕС створює підґрунтя для побудови формалізованої моделі ризику та її подальшої програмної реалізації [2, 3].

Список використаних джерел

1. Directive (EU) 2022/2555 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union, amending Regulation (EU) No 910/2014 and Directive (EU) 2018/1972, and repealing Directive (EU) 2016/1148 (NIS 2 Directive). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj/eng.
2. Papaphilippou M., Moulinos K., Theocharidou M. Good Practices for Supply Chain Cybersecurity. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA), 2023. DOI: 10.2824/805268.
3. Cyber Security and Resilience Guidelines for the Smart Energy Operational Environment. IEC SyC Smart Energy. URL: https://syc-se.iec.ch/wp-content/uploads/2021/01/IEC_SyC-SE_Cyber_Security_and_Resilience_Guidelines_for_Smart_Energy-1.pdf

Владислав Золотарьов
Науковий керівник – доц. Шпатар П.М.

КВАНТОВА КРИПТОГРАФІЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЗАПЛУТАНИХ СТАНІВ

Стрімкий прогрес у галузі квантових обчислень ставить під загрозу сучасні стандарти кібербезпеки. Алгоритм Шора, реалізований на достатньо потужному квантовому комп'ютері, здатний зламати більшість криптосистем з відкритим ключем. У зв'язку з цим, розробка методів квантового розподілу ключів (QKD), які базуються на законах фізики, а не на математичній складності, є стратегічно важливим завданням для захисту державних та корпоративних даних [3].

Процес формування та передачі секретного ключа в квантових мережах за допомогою явища квантової заплутаності (entanglement).

Квантова заплутаність – це унікальне явище квантової механіки, при якому квантові стани двох або більше об'єктів виявляються взаємозалежними. Вимірювання однієї частинки з пари миттєво визначає стан іншої, незалежно від відстані між ними [1]. На відміну від перших протоколів (наприклад, BB84), де секретність базувалася на поодиноких фотонах, методи на основі заплутаності використовують кореляції між частинками для побудови безпечного каналу.

Ключовим протоколом у цій галузі є протокол Екерта (E91). Його головна відмінність полягає у використанні нерівностей Белла для перевірки безпеки. Процес генерації ключа складається з таких етапів:

Джерело генерує пари заплутаних фотонів і надсилає по одному фотону Алісі та Бобу.

Користувачі випадковим способом обирають базиси для вимірювання (наприклад, різні кути поляризації).

Після серії вимірювань сторони відкрито обговорюють, які базиси вони використовували, але не самі результати.

Для перевірки наявності перехоплювача (Єви) частина результатів використовується для обчислення параметра S:

$$S = E(a_1, b_1) - E(a_1, b_3) + E(a_3, b_1) + E(a_3, b_3)$$

Згідно з квантовою теорією, для заплутаних частинок значення $|S|$ досягає $2\sqrt{2}$. Будь-яке втручання третьої сторони руйнує заплутаність через ефект декогеренції, що призводить до зниження значення $|S|$ до 2 або менше. Це дозволяє користувачам гарантовано виявити прослуховування ще до моменту використання ключа.

Окрім високого рівня захисту, метод заплутаних станів відкриває шлях до створення «незалежної від пристроїв» криптографії (Device-Independent QKD). Це означає, що безпека зв'язку гарантується навіть тоді, коли обладнання (детектори або джерела фотонів) виготовлено стороннім постачальником, якому ми не повністю довіряємо [4].

Проте на шляху до масового впровадження стоїть низка технічних викликів. Основним є затухання сигналу в оптичних волокнах, що обмежує дистанцію прямої передачі заплутаних фотонів кількома сотнями кілометрів. Вирішення цієї проблеми вбачається у створенні квантових повторювачів та використанні супутникових каналів зв'язку для глобального масштабування квантових мереж.

Квантова криптографія на основі методу заплутаних станів забезпечує теоретико-інформаційну стійкість каналів зв'язку. Використання протоколу E91 та нерівностей Белла дозволяє не просто передавати дані, а й здійснювати безперервний моніторинг цілісності середовища передачі. Це робить квантову заплутаність фундаментом для побудови майбутнього «Квантового інтернету».

Список використаних джерел

1. Гісін Н. (2018). Квантова випадковість. Неймовірна і нелокальна реальність / пер. з англ. К. : Видавництво. 256 с.
2. Ekert A. K. (1991). Quantum cryptography based on Bell's theorem. *Physical Review Letters.* Vol. 67, No. 6. P. 661–663.
3. Корченко О. О., Гнатюк С. О. (2016). Сучасні квантові технології захисту інформації : навч. посіб. К. : НАУ. 180 с.
4. Acín A., Brunner N., Gisin N. (2007). Device-independent security of quantum cryptography against collective attacks. *Physical Review Letters*. Vol. 98, No. 23. Art. 230501.

Денис Іванович
Науковий керівник – доц. Воробець Г.І.

ВЕБСИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ УНІВЕРСИТЕТУ НА ОСНОВІ QR-КОДОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Сучасні навчальні заклади щоденно оперують великою кількістю матеріальних ресурсів – комп'ютерною технікою, лабораторним обладнанням, меблями та іншим майном. Традиційний ручний облік таких ресурсів трудомісткий, схильний до помилок і потребує значних витрат часу на проведення інвентаризацій. У зв'язку з цим актуальне створення комп'ютерної вебсистеми, яка автоматизує процес обліку, забезпечує швидку ідентифікацію об'єктів за допомогою Qr-кодів та надає зручний доступ до інформації як з комп'ютера, так і з мобільних пристроїв.

Розроблена система являє собою клієнт-серверну веб-платформу з єдиним стилем інтерфейсу. Вона включає модулі авторизації (з підтримкою ролей «гість», «користувач» та «адміністратор»), сканування Qr-кодів стандарту, перегляд і редагування даних про об'єкти, роботу з таблицями матеріальних ресурсів, формування діаграм та систему архівування бази даних. Інтерфейс виконаний у єдиному стилі з дерев'яним фоном і паперовими елементами, що забезпечує інтуїтивну навігацію як на комп'ютері, так і на смартфоні (рис. 1).

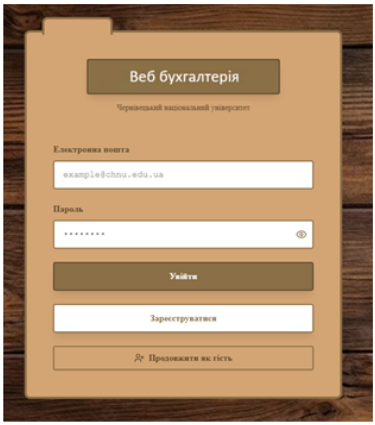


Рис. 1. Приклад дизайну сайта

Процес роботи системи складається з таких основних етапів. Після авторизації користувач потрапляє на головний екран, де обирає корпус. Далі через вебкамеру (на смартфоні) або WebUSB-зчитувач (на комп'ютері) відбувається сканування штрих-коду

об’єкта. Система автоматично перенаправляє користувача на сторінку досьє: зареєстрований користувач отримує повну інформацію (фото, назва, категорія, місце розташування, вартість, термін використання, історія змін тощо), а гість – лише скорочений варіант. Усі дані зберігаються в реляційній базі даних MySQL. Для забезпечення надійності реалізована система RTP-архівування з двома сховищами: основним (автоматичне збереження до 7 копій з річною автоматичною чисткою найстарішої версії) та додатковим (ручне збереження та чистка, до 10 копій). Бекапи створюються за допомогою Shell-скриптів.



Рис. 2. Принтер PT-E560BT

Система також підтримує генерацію та друк Qr-кодів за допомогою принтера PT-E560BT, розширений пошук, швидкий доступ до документів та ведення журналу змін.

Розроблена вебсистема дозволяє значно прискорити процес інвентаризації, знизити ймовірність помилок та забезпечити централізований контроль за матеріальними ресурсами університету.

Перспективи подальшого розвитку включають інтеграцію з додатковими модулями аналітики, розширення можливостей імпорту/експорту даних та впровадження системи в інших навчальних закладах.

Список використаних джерел

1. Ярошенко О. М. (2021). Системи автоматизованого обліку матеріальних ресурсів : навч. посібник. Київ : НАУ. 184 с.
2. ZXing JavaScript Barcode Scanner Library (офіційна документація та приклади використання для веб-сканування штрих-кодів). URL: https://github.com/zxing-js/library
3. Web Qr Scanning with JavaScript (WebRTC & WebUSB). URL: https://www.npmjs.com/package/html5-qrcode

Андрій Іліка
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

ВИКОРИСТАННЯ КЕЙС-МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Традиційна методика викладання матеріалознавства часто перевантажена теоретичними даними (діаграми стану, хімічний склад), що призводить до низької мотивації здобувачів освіти. У закладах професійної освіти та фахових коледжах критично важливо, щоб майбутній фахівець міг не просто назвати марку сталі, а обґрунтувати її вибір для конкретної деталі, враховуючи умови експлуатації та економічну доцільність.

Кейс-метод базується на аналізі конкретної виробничої ситуації (кейсу). На відміну від стандартної задачі, кейс:

– може мати кілька варіантів розв'язання;
– містить надлишкові або неповні дані;
– вимагає застосування міжпредметних зв’язків (матеріалознавство + технологія обробки + економіка).

Як свідчить практика, кейси слід розробляти і реалізовувати в навчальному процесі з урахуванням ряду принципів, що забезпечують ефективність їх використання:

– кейс повинен відповідати цілям навчання;
– кейс має бути максимально наближений до реальної професійної діяльності;
– завдання має передбачати різні шляхи для пошуку варіантів рішення;
– кейси можуть відрізнятися за рівнем узагальненості, кількістю представленої інформації, складністю проблеми;
– матеріал кейсу не повинен бути застарілим, його слід оновлювати паралельно зі змінами в реальній практиці [2].

Критичне мислення при роботі з кейсом розвивається через такі інтелектуальні операції:

– аналіз: виокремлення ключових чинників впливу на матеріал (температура, тертя, агресивне середовище);

– синтез: підбір термічної обробки або покриття для покращення властивостей.

– оцінювання: порівняння альтернатив (наприклад, алюмінієвий сплав чи композит) за критеріями «ціна – надійність».

У ході дослідження виокремлено три типи кейсів:

– ілюстративні кейси: розбір реальної аварії чи поломки техніки через неправильний вибір матеріалу;
– пошукові кейси: «На підприємстві закінчився складський запас металу марки Х, запропонуйте адекватну заміну»;
– проєктні кейси: «Вибір матеріалу для інноваційного виробу з заданими властивостями».

Ефективне впровадження методу передбачає чотири етапи:

– ознайомлення: занурення в проблему (текст, відео, зразок дефектної деталі);
– генерація ідей: робота в малих групах (мозковий штурм);
– дискусія: представлення рішень та їх критичний розбір іншими групами;
– експертне резюме: порівняння студентських рішень із реальним досвідом виробництва.

Впровадження кейс-методу дозволяє перетворити матеріалознавство з «описової» дисципліни на «інструментальну». Це сприяє формуванню професійної мобільності випускника, який не пасує перед нестандартною виробничою проблемою, а використовує критичний підхід для її вирішення.

Список використаних джерел

1. Леонтьєва І.В. Педагогічний кейс як засіб розвитку критичного мислення майбутніх викладачів. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/33453/1/I_Leontieva_PI.pdf (дата звернення: 21.03.2026).
2. Козак Л. В. (2015). Кейс-метод у підготовці майбутніх викладачів до інноваційної професійної діяльності. *Освітологічний дискурс*. № 3. С. 153-162.

Тетяна Іпатій
Науковий керівник – доц. Жихаревич В. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІТИННО-АВТОМАТНИХ МЕХАНІЗМІВ САМОЗБОРКИ ПАЗЛІВ ТИПУ «ГРА В 15»

Розширення спектра методів розв'язання комбінаторних задач на сьогоднішній день залишається актуальним напрямком наукових досліджень. Як відомо, розробка нових алгоритмічних методів зазвичай передбачає їх апробацію на конкретних, ґрунтовно досліджених моделях. Одним із таких модельних об'єктів є винайдена Ноєм Чепменом у 1878 році популярна головоломка-пазл «Гра в 15», яка характеризується величезним розміром простору станів ($\sim 10^{13}$). Не зважаючи на майже півтора столітню історію пазлу, він і сьогодні надихає дослідників, як на практичне використання його, як інструменту [1, 2], так і на побудову його алгебраїчної теорії та створення аналогів [3].

Існує велика кількість різноманітних методів складання пазлу, зокрема: табличні методи [4], варіації методів пошуку в просторі станів [5] в тому числі з використанням генетичних алгоритмів. У даній роботі ми досліджуємо принципову можливість використання клітинно-автоматних механізмів складання пазлу. Запропоновані методи не претендують на оптимальність та ефективність. Задача полягає у розробці універсальних клітинно-автоматних підходів.

Клітинні автомати як просторово-залежні динамічні структури, що можуть перетворювати свій оточуючий простір, активно застосовують в інтелектуальних системах з клітинною організацією (іграх, пазлах тощо). В подібних задачах можна вважати клітинні автомати деякими елементарними агентами, що функціонують або за фіксованими, наперед визначеними правилами, або навчаються до чи протягом ігрового процесу.

Одним із підходів формування правил поведінки може бути накопичення множин оборотних функцій, що забезпечують досягнення кінцевої або проміжної цілі гри, виходячи із певних конфігурацій ігрового поля.

Опишемо пропоновану ідею на прикладі «Гри в 15» класичного розміру 4×4 клітин (п'ятнадцять пронумерованих плиток (1 – 15) та вакансія (0)). Гіпотетично, можна запропонувати клітинний автомат відповідного розміру околу (4×4), правила функціонування якого полягали б у активації переміщення плитки або заданні напрямку переміщення вакансії для кожного конкретного стану автомата (конфігурації ігрового поля). Таблицю правил теоретично можливо сформувати за принципом «від оберненого», випадковим способом переміщуючи плитки та фіксуючи ходи. Для цього, як показано в [5], достатньо здійснювати по 80 переміщень плиток від цільового стану ігрового поля. Але розмір таблиці в такому випадку становить $16!/2 \approx 10^{13}$, що абсолютно непрактично.

Природним клітинно-автоматним підходом є декомпозиція глобального стану на окремі складові, створення множин окремих клітинних автоматів, колективні дії яких можуть призводити до досягнення спільної мети. Зокрема, для нашої задачі, якщо не вважати ігрове поле тороїдальним, можна сформувати такі множини: 4 автомати розміром 3×3 (окіл Мура), 9 з околом 2×2 або 16 одиночних автоматів. Також можна запропонувати нестандартні околи типу 1×2, 1×3, … з горизонтальною та/або вертикальною орієнтацією.

Список використаних джерел

1. Pizlo Z., Li Z. (2005). Solving combinatorial problems: The 15-puzzle. *Memory & Cognition.* Vol. 33, no. 6. P. 1069–1084.
2. Alahmad R., Ishii K. (2021). A Puzzle-Based Sequencing System for Logistics Items. *Logistics*. Vol. 5, no. 4. P. 76–94.
3. The Investigation of 15-puzzle, Varikon Boxes, and Similar Variants / S. E. Ren et al. Science and Technology of Engineering, Chemistry and Environmental Protection. 2025. Vol. 3, no. 13. P. 1–8.
4. Parberry I. (2015). A Memory-Efficient Method for Fast Computation of Short 15-Puzzle Solutions. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*. Vol. 7, no. 2. P. 200–203.
5. Korf R. E., Schultze P. (2005). Large-scale parallel breadth-first search. Proceedings of the 20th National Conference on Artificial Intelligence. Vol. 3. P. 1380–1385.

Андрій Іщенко
Науковий керівник – асист. Карачевцев А. О.

РОЗРОБКА ГОНОЧНОГО ЗАСТОСУНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ

Гоночні ігри є одним із найпопулярніших жанрів у сучасній індустрії комп'ютерних ігор. Основою їхньої привабливості є динамічний ігровий процес та наявність конкурентного середовища. Важливу роль у цьому відіграють суперники, керовані штучним інтелектом. Саме від їхньої поведінки залежить складність, реалістичність і загальний інтерес гравця до гри.

Традиційні підходи до реалізації штучного інтелекту в гоночних іграх базуються на використанні заздалегідь визначених маршрутів і скриптів. Такий підхід має суттєвий недолік – передбачуваність поведінки суперників, що знижує реіграбельність гри. У зв'язку з цим актуальним є використання методів машинного навчання, зокрема навчання з підкріпленням, які дозволяють створити адаптивну поведінку агентів.

Метою роботи є розробка гоночного застосунку з використанням машинного навчання для створення інтелектуального агента, здатного самостійно навчатися керуванню автомобілем у віртуальному середовищі.

У процесі дослідження було проаналізовано сучасні гоночні ігри, які частково використовують штучний інтелект. Виявлено, що навіть у відомих проєктах поведінка суперників часто обмежена наперед заданими алгоритмами, що призводить до неприродних дій у складних ситуаціях. Це підтверджує доцільність застосування методів машинного навчання для підвищення якості ігрового процесу.

Розробка програмного продукту здійснювалась із використанням ігрового рушія Unity, що забезпечує засоби для роботи з 3D-графікою та фізичним моделюванням [1]. Основна логіка гри реалізована мовою програмування C#, а навчання агента виконано за допомогою бібліотеки ML-Agents [2].

Архітектура застосунку побудована на модульному принципі. Основним компонентом є клас CarController, який відповідає за фізику руху автомобіля, включаючи прискорення, гальмування та повороти. Клас PlayerControl забезпечує взаємодію з користувачем через обробку введення з клавіатури. Клас AIControl реалізує логіку роботи агента машинного навчання, включаючи збір спостережень, прийняття рішень і навчання.

Навчання агента базується на принципах навчання з підкріпленням, де агент отримує винагороду за правильні дії та покарання за помилки. Такий підхід дозволяє агенту поступово формувати оптимальну стратегію поведінки [3].

Результати розробки показали, що використання машинного навчання дозволяє створити більш гнучку та адаптивну систему керування автомобілем. Агент здатний самостійно знаходити оптимальні траєкторії руху та уникати перешкод.

Таким чином, застосування методів машинного навчання у гоночних іграх є перспективним напрямком розвитку.

Список використаних джерел

1. Unity Technologies. Unity User Manual. URL: https://docs.unity3d.com
2. Unity ML-Agents Toolkit. URL: https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents
3. Sutton R., Barto A. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press.

Кадельник Костянтин
Науковий керівник – доц. Константинович І.А.

ПОРТАТИВНИЙ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГЕНЕРАТОР

Наразі для живлення різної апаратури, зокрема військової, у польових умовах переважно застосовують хімічні джерела струму. Водночас вони мають суттєві недоліки, серед яких – саморозряд і знижена надійність, особливо при низьких температурах довкілля та за дії значних механічних навантажень. Переносні мініелектростанції також не є оптимальним рішенням для польового використання через їхні габарити і масу, потребу в паливі, яке не завжди доступне, а також через шум під час роботи. У зв'язку з цим актуальним є пошук нових і вдосконалення існуючих конструкцій автономних джерел теплової та електричної енергії, які б відповідали зазначеним вимогам, були компактними, зручними в експлуатації та придатними для використання в польових умовах [1].

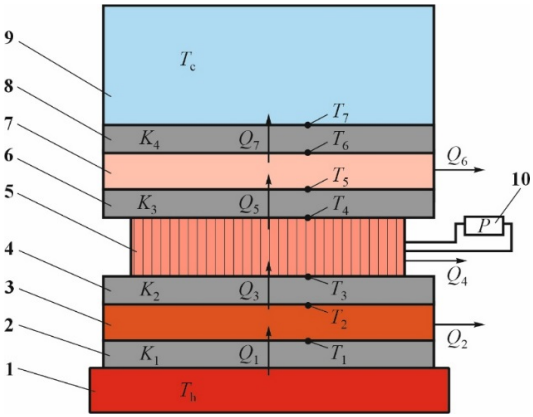


Рис. 1. Фізична модель портативного термоелектричного генератора: 1 – джерело тепла (нагріта поверхня); 2, 4, 6, 8 – теплові контактні опори; 3 – гарячий теплообмінник; 5 – термоелектрична батарея; 7 – холодний теплообмінник; 9 – ємність із водою; 10 – електронний пристрій стабілізації вихідної напруги з акумулятором електричної енергії [2]

На рис. 1 наведено фізичну модель портативного термоелектричного генератора, у якій: Q_1 – тепло, що надходить до гарячого теплообмінника від джерела; Q_2 – теплові втрати з бічної поверхні гарячого теплообмінника в навколишнє середовище внаслідок випромінювання та конвекції; Q_3 – тепло, що передається від гарячого теплообмінника до гарячої сторони термоелектричної батареї; Q_4 – втрати тепла з її бічної поверхні; Q_5 – тепло, що відводиться від холодної сторони батареї до холодного теплообмінника; Q_6 – тепловіддача з бічної поверхні холодного теплообмінника в навколишнє середовище (випромінювання і конвекція); Q_7 – тепло, що передається від холодного теплообмінника до ємності з водою; P – електрична потужність, що генерується термоелектричною батареєю [2]. Термоелектричний генератор може працювати у двох режимах: нагрівання води в ємності до температури кипіння з подальшим зменшенням її об'єму внаслідок випаровування; або нагрівання до кипіння з подальшою заміною води на нову, що має кімнатну температуру.

Задача оптимізації конструкції портативного універсального термоелектричного генератора багатопараметрична та досить складна для розв'язання в загальному випадку, тому в подальшій роботі розглядаються спрощені моделі з поступовим переходом від простіших задач до більш складних. Результатом вирішення цього питання було вдосконалення конструкції портативного термоелектричного генератора та отримання патенту на корисну модель [3].

Список використаних джерел

1. Розвер Ю. Ю. Портативний універсальний термоелектричний генератор: патент на корисну модель № 150224U Україна / Інститут термоелектрики НАН та МОН України. – № u202100464; заявл. 08.02.2021; опубл. 19.01.2022, Бюл. № 3.
2. Konstantynovych I. A., Ivanochko M. M., Kadelnyk K. R. (2024). Design of a portable universal thermoelectric generator. *Journal of Thermoelectricity*. № 1-2. С. 78–89.
3. Гаврилюк М. В., Лисько В. В., Бабіч А. О., Розвер Ю. Ю., Константинович І.А. Універсальний термоелектричний генератор: заявка на корисну модель № u202406126; заявл. 23.12.2024.

Ілля Калинюк
Науковий керівник – асист. Коновчук О.В.

АНАЛІЗ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СХЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЄМНОСТІ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

Рівень продуктивності сучасних комунікаційних систем постійно зростає. Якщо раніше основу увагу приділяли удосконаленню конструктивних параметрів на рівнях ліній зв'язку та каналів передачі, то сьогодні це відбувається шляхом оптимізації технологій обробки сигналів та залучення високошвидкісних протоколів передачі даних. Використання ефективних цифрових засобів для обробки даних не може вплинути на властивості та обмеження електричних кабелів зв'язку. Однак вплив середовища передачі сигналів на продуктивність комунікаційних систем беззаперечний.

Враховуючи, що долучення до вивчення та аналізу параметрів ефективності сучасних електричних кабельних систем, які характеризують їх продуктивність, відбувається на початкових курсах навчання студентів і заохочують їх до вивчення в основному вторинних параметрів. Є ризик залишити поза увагою приналежному рівні теоретичних знань практичну значущість первинних параметрів, які визначають продуктивність кабельної системи [1].

У цій роботі об'єктом дослідження є вимірювальний механізм безпосереднього вимірювання ємності електричних кабелів зв'язку балістичним методом. Даний метод передбачає використання мостової схеми з гальванометром (мікроамперметр), що дає можливість виконувати вимірювання з високою точністю. Однак для того щоб здійснювати вимірювання у різних діапазонах, необхідно виконати процедуру зміни схеми вимірювання, загальний вигляд якої зображено на рис 1.

Враховуючи, що у паралельних вітках схеми вимірювання струми можуть значно відрізнятися за значенням, резистори, які використовуються як шунти та додаткові резистори, виготовляються з манганінового дроту температурним коефіцієнтом, близь-

ким до нуля (не відбувається зміни опору резисторів при зміні температури).

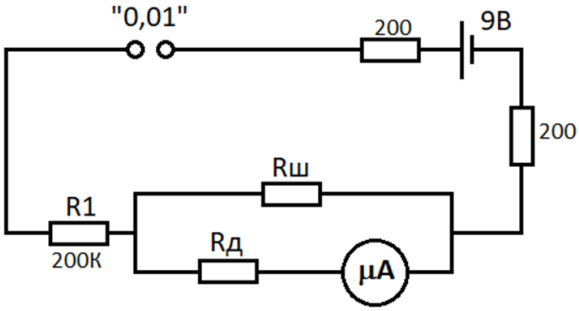


Рис.1. Вимірювальна схема (еквівалентна)

Ми використовуємо джерело живлення лише для оцінювання значення сили струму, який протікає через рамку мікроамперметра. Це важливо, оскільки при зміні діапазону вимірювання положення значення сили струму повинно бути однаковим. Під час вимірювання схема живиться за рахунок енергії розряду попередньо заряджений провідників кабелю зв'язку.

Встановлено, що при належному виборі опорів вимірювальної системи, значення сили струму, який проходить через вимірювальний механізм приладу, залишається сталим незалежно від вибору діапазону вимірювань.

Зауважимо, що подані у роботи схеми при роботі приладу не приєднуються до джерела напруги безпосередньо, а лише у якості вимірювання заряду конденсатора.

Початкові вимірювання при налаштуванні схеми необхідно здійснювати завжди при однаковому положенні перемикача діапазонів вимірювання, що відповідає найбільшому множнику шунтування.

Список використаних джерел

1. Кухарчук В. В. (2020). Основи метрології та електричних вимірювань. конспект лекцій. Вінниця : ВНТУ, 148 с.

Максим Калинюк
Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ НА ЗАНЯТТЯХ З ІНФОРМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

У системі професійної освіти інформатика є не лише загальноосвітньою дисципліною, а й базою для формування професійних компетентностей. Швидка перевірка знань за допомогою тестів дозволяє викладачу оперативно коригувати навчальний процес.

У межах роботи передбачається: обґрунтувати методику створення тестів, які б не просто перевіряли пам'ять, а моделювали професійні ситуації (практико-орієнтований підхід).

Контроль знань у закладах професійної освіти має свої особливості:

- професійна спрямованість: завдання мають містити контекст майбутнього фаху (наприклад, розрахунок витрат матеріалів в Excel для будівельників або облік деталей для автослюсарів);
- дидактичні вимоги: крім стандартної валідності та надійності, важливою є практична значущість – здатність здобувача освіти застосувати знання ІТ у робочих процесах.

Для ефективного оцінювання варто використовувати мікс типів завдань:

- закриті: для перевірки термінології (базовий рівень);
- на встановлення відповідності: доцільно при вивченні інтерфейсів ПЗ або складників ПК;
- на встановлення послідовності: для перевірки знань алгоритмів та технологічних процесів обробки даних.

Одним із ключових результатів дослідження є аналіз використання великих мовних моделей (LLM) для автоматизації створення тестів.

Генерація контенту за допомогою ШІ дозволяє за лічені секунди створити 10-20 варіантів завдань за заданою темою, що економить час викладача. Якість створених тестових залежить

від чіткості запиту саме тому викладачу необхідно володіти навиками формування промптів.

«Промпт (англ. prompt) – це текстовий запит або інструкція, яку користувач надає штучному інтелекту, щоб отримати бажану відповідь, результат чи дію» [1].

Ефективний промпт має містити: роль (експерт), тему, рівень складності, тип запитань та обмеження.

Крім цього необхідна обов'язкова верифікація згенерованих завдань викладачем (перевірка на «галюцинації» ШІ) [2].

Після тестування обов’язково аналізують його результати. Робота над помилковими відповідями, усвідомлення помилки, її причини, знайдення помилкової ланки в ланцюгу розумових дій значно зменшують ймовірність запам’ятовування помилкових знань. Так викорінюється практика «вгадування» здобувачами освіти правильного рішення поставленої в тесті задачі.

Розробка сучасних тестів з інформатики в ПО вимагає відходу від суто теоретичних питань на користь ситуаційних задач. Інтеграція інструментів ШІ дозволяє значно підвищити варіативність контрольних матеріалів, проте вимагає від педагога високої цифрової грамотності та критичного оцінювання результатів роботи алгоритмів.

Список використаних джерел

1. Що таке промпт і як створити ефективний запит? URL: https://library.bdpu.org.ua/ai-for-education-and-research/prompt/ (дата звернення: 18.02.2026).
2. Цифрові навички для освіти з Google: практична програма URL: https://google.brandlive.com/Develop-Your-Digital-Skills-for-Education-with-Google/uk/home (дата звернення: 20.02.2026).

Олександр Каліта
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Стецько Ю.П.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ТА АРХІВУВАННЯ ФАЙЛІВ FILE ARCHIVER

У сучасному цифровому суспільстві обсяг інформації, яку необхідно зберігати та систематизувати, зростає надзвичайно швидко. Організації, підприємства та окремі користувачі щодня стикаються з необхідністю класифікувати велику кількість різноманітних файлів. Ручне впорядкування такого масиву даних потребує значних затрат часую. Автоматизація процесів обробки та зберігання файлів є одним із ключових напрямків підвищення ефективності роботи як у корпоративному середовищі, так і в особистому використанні.

Мета роботи – проєктування та реалізація автоматизованої системи File Archiver, яка забезпечує приймання файлів через Telegram-бот, їх інтелектуальну обробку з використанням штучного інтелекту, структуроване збереження у хмарних сервісах Google Drive та Notion, а також семантичний пошук файлів на основі векторної бази даних Pinecone.

Завдання дослідження:

- аналіз наявних рішень у сфері автоматизації документообігу та управління файлами;
- проєктування архітектури системи та визначення стеку технологій;
- розробка n8n-воркфлоу для автоматизованої обробки файлів різних форматів;
- інтеграція великих мовних моделей для інтелектуального аналізу вмісту;
- реалізація збереження файлів у Google Drive з автоматичною категоризацією;
- формування структурованого реєстру у Notion із метаданими кожного файлу;
- налаштування семантичного пошуку на основі векторної бази даних Pinecone;
- розробка Telegram-бота як єдиного інтерфейсу взаємодії з системою.

Серверна логіка та автоматизація реалізовані на платформі n8n. Взаємодія компонентів системи побудована на основі подієво-орієнтованого підходу. Для збереження та індексування даних використовуються хмарні сервіси Google Drive, Notion та Pinecone.

Система підтримує обробку файлів у форматах PDF, JPG, PNG, DOCX та XLSX. Аналіз текстових документів здійснюється через витяг і обробку текстового вмісту, а для зображень застосовуються мультимодальні можливості великих мовних моделей. За результатами аналізу формується змістова назва файлу, короткий опис двома мовами, перелік ключових слів та тематична категорія.

Для семантичного пошуку текстовий опис кожного файлу перетворюється на числовий вектор (embedding) та зберігається у базі даних Pinecone разом із метаданими. Пошуковий запит користувача також векторизується й порівнюється з наявними векторами. Реалізовано централізовану обробку помилок, відстеження метрик продуктивності, а також послідовну обробку черги файлів.

У підсумку створено повноцінний MVP автоматизованої системи, в якій Telegram-бот, платформа n8n, штучний інтелект, Google Drive, Notion та Pinecone працюють як єдиний злагоджений конвеєр обробки файлів.

У перспективі можливе розширення функцій: підтримка додаткових форматів файлів, багатокористувацький режим, інтеграція з корпоративними системами (SharePoint, Confluence), реалізація веборієнтованого інтерфейсу для перегляду архіву, а також поглиблена аналітика використання системи.

Список використаних джерел

1. n8n Documentation. n8n. URL: https://docs.n8n.io (дата звернення: 10.01.2025).
2. OpenAI API Reference. OpenAI Platform. URL: https://platform.openai.com/docs (дата звернення: 10.01.2025).
3. Anthropic Claude API. Anthropic. URL: https://docs.anthropic.com (дата звернення: 10.01.2025).
4. Telegram Bot API. Telegram. URL: https://core.telegram.org/bots/api (дата звернення: 10.01.2025).
5. Pinecone Documentation. Pinecone. URL: https://docs.pinecone.io (дата звернення: 10.01.2025).

Юсеф Канут
Науковий керівник – доц. Кобилянський Р.Р.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ МЕДИЧНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ КРІОДЕСТРУКЦІЇ

Інноваційність використання термоелектрики полягає у використанні «чистої» електроенергії та виконанні функції охолодження. Термоелектричні пристрої відзначаються безшумною роботою, надійністю, стабільним функціонуванням. Актуальним сьогодні в галузі термоелектрики для медицини є створення термоелектричних холодильників та термоелектричних приладів для кріодеструкції. Прилади для кріодеструкції – це медичні апарати, призначені для локального руйнування патологічних тканин (доброякісних та злоякісних новоутворень, бородавок, папілом) шляхом їх заморожування наднизькими температурами. Основні типи приладів – це кріодеструктори на основі рідкого азоту; посудини Дьюара та апарати на основі газів (вуглекислий газ, закис азоту), які застосовуються в дерматології, косметології, хірургії, онкодерматології, гінекології та урології [1-4]. Проте використання рідкого азоту не може забезпечити охолодження з необхідною точністю підтримання температури, також при цьому існують ризики переохолодження та кріоопіків. Тому перспективним є використання термоелектричного охолодження для кріодеструкції, яким може бути реалізоване охолодження до температури (0 ÷ -80)°C. За даними досліджень G. D'Alessandro, P. Tavakolian, S. Sfarra при лікуванні себорейного кератозу шляхом порівняння моделей термічного відновлення шкірних уражень і здорової шкіри, зафіксованих після застосування як гарячого, так і холодного стресу, що забезпечується термоелектричним пристроєм і виявляє глибокі пухлини, відкриває нові перспективні методи виявлення уражень шкіри.

Термоелектричні прилади медичного призначення для кріодиструкції – це сучасні медичні інструменти, які використовують ефект Пельтьє для локального охолодження, руйнування патологічних тканин (пухлин, новоутворень шкіри) шляхом їх заморо-

жування. На відміну від рідкого азоту, ці прилади забезпечують можливість точно задавати необхідну температуру робочого інструменту, час температурного впливу на відповідну ділянку людського організму та забезпечувати циклічну зміну режимів охолодження і нагріву, безпеку та зручність у хірургічній практиці.

В Інституті термоелектрики НАН та МОН України спільно з кафедрою термоелектрики та медичної фізики Навчально-наукового інституту фізико-технічних і комп'ютерних наук Чернівецького національного університету активно розробляють і досліджують прилади медичного призначення [1-4]. Такі термоелектричні прилади для локального охолодження дають можливість розширити використання приладів для лікування холодом, особливо для кріодеструкції онкозахворювань шкіри. Діапазон робочих температур приладів складає (-30 ÷ -50) ºС, час виходу на температурний режим: до 10 хв., точність вимірювання температури: ±1 ºС, споживна потужність приладів: до 250 Вт, час неперервної роботи приладу: до 8 годин.

Впровадження таких термоелектричних приладів у медичну практику забезпечить можливість проводити кріодеструкцію та комплексне лікування різноманітних захворювань шкіри і онкозахворювань.

Список використаних джерел

1. Kobylianskyi, R.R., Lysko, V.V., Fedoriv, R.V., Ivashchuk, O.I., Bodiaka, V.Yu., Malyshevskyi, I.O. (2025). Computer Simulation of Cyclic Temperature Effect on Biological Tissue During the Destruction of Oncologic Tumors. Journal of Thermoelectricity, (2), pp. 85–96.
2. Kobylianskyi, R.R., Ivashchuk, O.I., Bodiaka, V.Yu., Fedoriv, R.V. (2025). Computer Optimization of the Working Tool For a Thermoelectric Cryodestruction Device. Journal of Thermoelectricity, (1), pp. 81–100.
3. Анатичук Л.І., Вихор Л.М., Кобилянський Р.Р., Каденюк Т.Я. (2017). Комп'ютерне моделювання та оптимізація динамічних режимів роботи термоелектричного приладу для лікування захворювань шкіри. *Термоелектрика*. № 2. С. 44-57.
4. Анатичук Л.І., Денисенко О.І., Шуленіна О.В., Микитюк О.П., Кобилянський Р.Р. (2018). Результати клінічного застосування термоелектричного приладу для лікування захворювань шкіри. *Термоелектрика*. № 3. С. 52-66.

Альона Канцерик
Науковий керівник – доц. Шумиляк Л.М.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА SAAS-ПЛАТФОРМА ВЗАЄМОДІЇ СУБ'ЄКТІВ СТРАХОВОГО РИНКУ З МОДУЛЕМ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ

У сучасних умовах цифрової трансформації фінансового сектору важливим напрямом розвитку інформаційних технологій є створення цифрових платформ для автоматизації страхових процесів та взаємодії учасників страхового ринку. Страхові компанії працюють з великими обсягами даних, що включають інформацію про клієнтів, страхові продукти, поліси та страхові випадки. Ефективність їх діяльності значною мірою залежить від правильності оцінки ризиків та швидкості прийняття рішень.

Більшість існуючих інформаційних систем страхових компаній орієнтовані на внутрішні процеси окремих організацій і не забезпечують повноцінної взаємодії між різними суб'єктами страхового ринку. Крім того, такі системи обмежено використовують сучасні методи аналізу даних для прогнозування страхових ризиків та виявлення підозрілих операцій. У зв'язку з цим актуальна задача розробки інтелектуальної платформи, що об'єднує страхові компанії, агентів та клієнтів і використовує методи аналізу даних для підтримки прийняття рішень.

У межах дослідження, запропоновано концепцію інтелектуальної SaaS-платформи взаємодії суб'єктів страхового ринку. Платформа реалізує багатокористувацьке середовище, у якому кілька страхових компаній можуть розміщувати власні страхові продукти, керувати полісами та обробляти заявки клієнтів у межах єдиної інформаційної системи.

Архітектура системи передбачає багаторольову модель доступу, що включає страхові компанії, страхових агентів та клієнтів. Клієнти можуть переглядати страхові продукти та подавати заявки на страхування. Агенти взаємодіють з клієнтами та працюють

із заявками, а представники страхових компаній отримують інструменти управління страховими продуктами та аналізу даних.

Особливістю платформи є інтеграція інтелектуальних аналітичних модулів. Модуль аналізу та прогнозування ризиків використовує методи машинного навчання для оцінки ймовірності настання страхових випадків [1]. Модуль виявлення шахрайства дозволяє визначати потенційно підозрілі страхові заявки на основі аналізу аномалій у даних [2]. Додатково реалізується рекомендаційний модуль, який формує персоналізовані пропозиції страхових продуктів на основі характеристик клієнтів [3].

У результаті дослідження, запропоновано концепцію інтелектуальної SaaS-платформи, що забезпечує взаємодію страхових компаній, агентів та клієнтів у межах єдиного цифрового середовища.

Наукова цінність роботи полягає у дослідженні можливостей інтеграції методів машинного навчання та інтелектуального аналізу даних у страхові інформаційні системи. Практична цінність запропонованого підходу полягає у створенні платформи, яка дозволяє підвищити ефективність управління страховими процесами, покращити оцінку ризиків та сприяти подальшій цифровізації страхового ринку.

Список використаних джерел

1. Machine learning – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
2. Insurance fraud – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Insurance_fraud
3. Recommender system – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system

Дмитро Карвацький
Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В

STEM ОСВІТА НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

STEM-освіта в сучасних умовах розвитку суспільства набуває особливої актуальності, оскільки спрямована на інтеграцію знань із природничих наук, технологій, інженерії та математики. Її впровадження у навчальний процес сприяє формуванню в учнів критичного мислення, здатності до розв'язання практичних завдань, розвитку творчих здібностей та підготовці до майбутньої професійної діяльності. Особливе значення STEM-підхід має на уроках технологій, де поєднуються теоретичні знання та практична діяльність.

Уроки технологій створюють сприятливі умови для реалізації STEM-освіти, оскільки передбачають виконання проєктів, моделювання, конструювання та дослідницьку діяльність [1]. Завдяки цьому учні мають можливість застосовувати знання з різних галузей у процесі створення конкретного продукту або вирішення практичної проблеми. Такий підхід сприяє підвищенню мотивації до навчання, оскільки учні бачать реальне застосування отриманих знань.

Важливим аспектом впровадження STEM-освіти є використання проєктної діяльності. Під час виконання STEM-проєктів учні вчаться працювати в команді, планувати свою діяльність, аналізувати результати та презентувати власні розробки. Наприклад, створення простих технічних пристроїв, моделей або виробів із використанням сучасних матеріалів і технологій дозволяє інтегрувати знання з фізики, математики та інформатики.

Практичне застосування STEM-проєктів сприяє формуванню в учнів критичного мислення та здатності до розв'язання реальних життєвих проблем. Використання елементів робототехніки, основ дизайну та енергоефективних технологій у межах шкільної програми перетворює стандартний урок на творчу лабораторію. Такий підхід значно підвищує мотивацію до навчання, оскільки діти бачать безпосередній зв'язок між теоретичними знаннями та

результатом власної праці. Завдяки залученню учнів до створення цифрових моделей та прототипів, уроки технологій стають основою для опанування сучасних інженерних професій. Це формує у школярів стійкий інтерес до інновацій та готує їх до успішної самореалізації у високотехнологічному світі майбутнього. Підготовка майбутнього фахівця починається саме з розвитку технічної грамотності та креативності, які є фундаментом STEM-освіти [2].

STEM-освіта на уроках технологій передбачає активне використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Це можуть бути цифрові інструменти для моделювання, 3D-друк, робототехніка або програмування елементарних пристроїв. Такі засоби навчання сприяють розвитку цифрової компетентності учнів та підготовці їх до життя в умовах цифрового суспільства [3].

Не менш важливий розвиток інженерного мислення, яке формується через розв'язання практичних завдань і пошук оптимальних рішень. Учні навчаються аналізувати проблеми, висувати гіпотези, тестувати їх та вдосконалювати свої розробки. Це сприяє формуванню навичок, необхідних у сучасному світі, зокрема здатності до інноваційної діяльності.

Впровадження STEM-освіти на уроках технологій є ефективним засобом формування ключових компетентностей учнів. Воно забезпечує інтеграцію знань, розвиток практичних умінь та підготовку молоді до викликів сучасного ринку праці. Використання STEM-підходу дозволяє зробити освітній процес більш цікавим, змістовним і орієнтованим на практичний результат.

Список використаних джерел

1. Морзе Н. В. (2020). STEM-освіта: теорія і практика. Київ.
2. Биков В. Ю. (2019). Інноваційні технології в освіті. Київ.
3. Концепція розвитку STEM-освіти в Україні. Київ, МОН України, 2021.

Ангеліна Кареліна
Науковий керівник – доц. Фельде Х.В.

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ЖУРНАЛУ

Сучасний журнал дедалі частіше виходить за межі друкованого формату та перетворюється на інтерактивний мультимедійний продукт. Електронне видання поєднує текст, фото, відео, гіперпосилання, навігаційні елементи та інші засоби взаємодії, завдяки чому читач уже не є пасивним споживачем інформації, а стає активним учасником комунікації. Інтерактивний дизайн у цифровому середовищі забезпечує активну роль користувача у взаємодії з контентом, підвищує функціональність продукту та покращує зручність його використання [1].

У межах дипломної роботи розроблено інтерактивний мультимедійний журнал, у якому Adobe InDesign використано як основний інструмент верстки, а платформу Publuu – для додавання інтерактивних можливостей і подальшої цифрової публікації. Такий підхід дав змогу поєднати композиційну цілісність друкованої верстки з перевагами електронного середовища. Важливими складниками такого видання є зручна навігація, логічна структура, активні переходи між сторінками, вбудовані мультимедійні елементи та орієнтація на комфорт читача. У дослідженнях інтерактивного дизайну електронних журналів наголошується, що ефективне цифрове видання має поєднувати багатий мультимедійний зміст із простотою користування та орієнтацією на потреби користувача [2].

Особливу увагу приділено мультимедійній складовій журналу. На відміну від традиційного друкованого видання, інтерактивний журнал дозволяє використовувати відеофрагменти, додаткові візуальні матеріали, переходи між сторінками, приховані блоки інформації та інші засоби, що підсилюють емоційне сприйняття й зацікавлення аудиторії. Завдяки цьому видання набуває не лише інформаційної, а й презентаційної функції. Важливим завданням дизайнера у такому форматі є створення

гармонійного поєднання змісту та форми, за якого мультимедійні елементи не перевантажують сторінку, а підсилюють загальну концепцію проєкту [3].

Розробка інтерактивного мультимедійного журналу передбачає також врахування принципів зручності користування, адаптивності та цілісності візуального стилю. Ефективна структура електронного видання має сприяти легкій навігації, швидкому пошуку інформації та комфортному сприйняттю матеріалу на різних цифрових пристроях. Тому важливими аспектами є продумана композиція сторінок, узгодженість шрифтів, кольорової гами, графічних елементів і мультимедійного наповнення. Саме поєднання дизайнерської виразності та функціональності забезпечує якісний користувацький досвід і робить цифровий журнал привабливим для сучасної аудиторії.

Отже, розробка інтерактивного мультимедійного журналу – це актуальний напрям сучасного графічного дизайну та цифрового видавництва. Поєднання можливостей Adobe InDesign і платформи Publuu дозволяє створити інноваційний продукт, що відповідає вимогам сучасної аудиторії та відкриває нові перспективи для розвитку електронних видань. Такий журнал поєднує в собі інформативність, візуальну привабливість, мультимедійність і зручність користування, а також демонструє, як традиційна видавнича практика може ефективно трансформуватися під впливом цифрових технологій [3].

Список використаних джерел

1. Силенко Ю. В., Іванова А. М. (2024). Інтерактивний дизайн у сучасному візуальному середовищі: тенденції та інновації. *Grail of Science*. № 45. С. 697–700. URL: https://www.atlantis-press.com/proceedings/icadme-16/25862774
2. Huang H., Liu J., Shao J. (2017). Research on the Interactive Design of Electronic Magazine in the New Media Era. Proceedings of the 2016 6th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering (ICADME 2017). Atlantis Press. С. 346–349. URL: https://www.atlantis-press.com/proceedings/icadme-16/25862774
3. Mayer R. E. (2009). Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. URL: https://www.cambridge.org/core/books/multimedia-learning/7A62F072A71289E1E262980CB026A3F9

Андрій Катеринюк
Науковий керівник – проф. Черкез Р.Г.

МОДЕЛЮВАННЯ СЕГМЕНТНИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРІВ У КОСМІЧНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ

Сучасний розвиток космічних технологій потребує створення автономних, надійних та довговічних джерел енергоживлення, здатних функціонувати в умовах екстремальних температурних градієнтів, вакууму та високого рівня радіації. Одним із найбільш перспективних напрямів є застосування термоелектричних генераторів, робота яких базується на Термоелектричний ефект Зеєбека – явищі виникнення електрорушійної сили під дією різниці температур [1-3].

Сегментний термоелемент (рис.1) являє собою багатошарову структуру, у якій тепловий потік проходить послідовно через матеріали з різними фізичними властивостями [2, 4]. На межах сегментів виникають контактні явища: електричний контактний опір, тепловий опір, додаткові втрати електричної енергії.

Розподіл температури в елементі описується рівнянням теплопровідності:

$$\frac{d}{dx}\left(k(T)\frac{dT}{dx}\right) - JST = 0.$$

На відміну від однорідних моделей, параметри сегментних систем є функціями координати [2,4]

$$S = S(x), \sigma = \sigma(x), k = k(x).$$

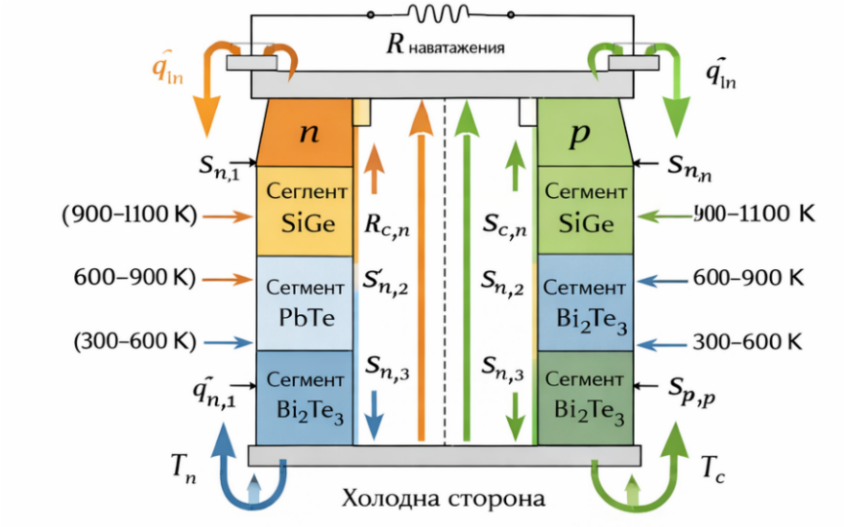


Рис.1. Фізична модель сегментного термоелемента

Комп'ютерне моделювання є потужним інструментом для дослідження фізичних моделей термоелементів. Воно дає змогу скоротити час на створення фізичних прототипів, зменшити витрати на експериментальні дослідження та покращити конструкцію ще на етапі розробки. Подальший розвиток технології сегментних ТЕГ [2-4] сприятиме підвищенню ефективності альтернативних джерел енергії та їхньому активному впровадженню в промисловість, побутову електроніку й аерокосмічні технології.

Список використаних джерел

1. Goldsmid H. J. (2010). *Introduction to Thermoelectricity*. Berlin : Springer. 242 p.
2. Rowe D. M. (2006). *Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano*. Boca Raton : CRC Press. 1024 p.
3. Snyder G. J., Toberer E. S. (2008). Complex thermoelectric materials. *Nature Materials*. Vol. 7. P. 105–114.
4. Zebarjadi M., Esfarjani K., Dresselhaus M. S., Ren Z., Chen G. (2012). Perspectives on thermoelectrics: From fundamentals to device applications. *Energy & Environmental Science*. Vol. 5. P. 5147–5162.

Віталій Кісіль
Наукові керівники – доц. Ластівка Г.І.,
доц. Лесінський В.В.

КІБЕРБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМИ APPLE HOMEKIT: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАХИСТУ РОЗУМНОГО ДОМУ

Швидкий розвиток технологій Інтернету речей (IoT) та систем автоматизації будинку сприяв активному впровадженню платформ розумного дому в повсякденне життя. Однією з провідних екосистем у цій галузі є Apple HomeKit, яка дозволяє інтегрувати тисячі пристроїв від різних виробників у єдину керовану систему. Проте зі зростанням кількості підключених пристроїв неминуче збільшується поверхня для потенційних атак, що актуалізує проблему кібербезпеки [1].

Тож формування комплексної моделі кіберзахисту та системи управління доступом для екосистеми Apple HomeKit, яка забезпечує підвищений рівень захисту персональних даних користувачів і запобігає несанкціонованому доступу до пристроїв розумного дому, є надзвичайно актуальним завданням як у контексті теоретичних досліджень, так і практичного застосування [2].

Для розв'язання цієї проблеми проведений комплексний аналіз механізмів безпеки протоколу HomeKit Accessory Protocol (HAP) з метою виявлення потенційних вразливостей, проведені дослідження методів автентифікації та шифрування даних у системі Apple HomeKit, а також розроблена гнучка модель розмежування прав доступу для різних категорій користувачів. Для розробленої моделі додатково передбачено формування практичних рекомендацій, спрямованих на підвищення рівня кіберзахисту IoT-екосистем (рис. 1).

Як вектори атак були розглянуті: можливості реалізації атак типу man-in-the-middle під час конфігурації пристроїв, наявності вразливостей у прошивках сторонніх сертифікованих компонентів та ризиках, пов'язаних із централізованим зберіганням даних у хмарних сервісах Apple (рис. 1).

Управління доступом у HomeKit базується на трирівневій системі ролей (Home Owner, Admin, Regular User), яка не завжди відповідає реальним потребам. Саме тому нами пропонується вдосконалена модель управління доступом із використанням принципів Zero Trust Architecture та атрибутно-базованого контролю доступу (ABAC), що забезпечує більшу гнучкість і безпеку [3] (рис. 1).



Рис. 1. Концепція кібербезпеки екосистеми Apple HomeKit

Практичне значення цієї роботи полягає у створенні методики аудиту безпеки для систем розумного дому на базі Apple HomeKit та розробці рекомендацій для користувачів і адміністраторів щодо зниження ризиків витоку даних. Запропоновані моделі й підходи мають як наукову, так і прикладну цінність, сприяючи підвищенню рівня захисту персональної інформації та формуванню більш безпечних IoT-екосистем.

Список літератури

1. Apple Inc. HomeKit Accessory Protocol Specification. – Cupertino: Apple, 2023.

2. Kolias C., Kambourakis G., Stavrou A. IoT Security: Ongoing Challenges and Research Opportunities // IEEE Software. – 2021. – Vol. 38, No. 3. – P. 22–29.

3. Rose S., Borchert O., Mitchell S. Zero Trust Architecture // NIST Special Publication 800-207. – 2020.

Марк Кметь
Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОСВІТНІХ ПРОЦЕСІВ У MICROSOFT TEAMS ЗА ДОПОМОГОЮ ШІ-АГЕНТА

У сучасному освітньому середовищі, зокрема в закладах професійної освіти, використання цифрових платформ стало невід'ємною частиною навчального процесу. Зокрема, платформа Microsoft Teams зарекомендувала себе як ефективний інструмент для організації змішаного навчання, комунікації та спільної роботи здобувачів освіти та їх викладачів [1].

Попри те, що екосистема Microsoft Teams має низку вбудованих інструментів для розширення можливостей та організації навчання, більшість із них не є повністю або частково автоматичними [2]. Налаштування таких інструментів (наприклад, модулів для оцінювання, аналітики успішності чи розподілу завдань) є складним процесом, який важко опанувати за короткий час. Внаслідок цього викладачі змушені щоденно витрачати значний ресурс на рутинні адміністративні завдання, налаштовуючи інструменти під окремі класи чи групи, замість того, щоб фокусуватися на професійній підготовці здобувачів освіти. Специфіка професійної освіти вимагає значної уваги до формування практичних навичок, тому час, витрачений педагогом на технічне адміністрування платформи, прямо впливає на ефективність засвоєння фахових компетенцій здобувачами освіти.

Для розв'язання цієї проблеми та оптимізації освітнього простору пропонується розробка спеціалізованого агента на базі штучного інтелекту, інтегрованого безпосередньо в середовище Microsoft Teams. Головною метою створення ШІ-агента є делегування йому повторюваної організаційної роботи, яку зазвичай виконують викладачі. На відміну від стандартних лінійних ботів, такий агент здатен аналізувати контекст запитів, працювати з розкладом конкретної групи та ініціювати комунікацію без попередньої команди від людини.

Практичне застосування ШІ-агента передбачає комплексну автоматизацію навчальних процесів. До його основних функцій

належать: автоматичне надсилання інформаційних повідомлень у навчальні групи; розсилка навчальних завдань за заздалегідь визначеним графіком; збирання інформації та автоматичне формування структурованих звітів про активність і успішність за день або тиждень; модерація чатів здобувачів світи для підтримання робочої атмосфери та запобігання порушенням правил комунікації.

Окремої уваги заслуговує здатність ШІ-агента виступати інтелектуальним мостом між Microsoft Teams та іншими системами управління навчанням. Зокрема, агент забезпечує швидку допомогу в пошуку інформації, методичних матеріалів чи силабусів по курсу на таких платформах дистанційного навчання, як Moodle чи Google Classroom. Крім того, ШІ-агент може брати на себе функцію цілодобової навігації для здобувачів освіти, відповідаючи на типові організаційні запитання (розклад занять, терміни здачі робіт, посилання на потрібні ресурси), що значно полегшує процес адаптації першокурсників.

Впровадження такого агента дозволить здійснити перехід від базового використання платформи до інтелектуально-керованого навчального процесу. Делегування рутинних процесів алгоритмам штучного інтелекту суттєво знизить адміністративне навантаження на педагогів. Це, у свою чергу, створить умови для реалізації повноцінного особистісно-орієнтованого підходу в навчанні, вивільнивши час для індивідуального менторства, практичного консультування та покращення загальної якості професійної освіти.

Список використаних джерел

1. Çankaya S., Durak G. (2020). Acil uzaktan eğitimde bütüncül sistemler: Microsoft Teams örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi.* 14(2). P. 889-920.
2. Савчук Г. О. (2021). Застосунок Microsoft Teams як інструмент організації дистанційного навчання. Pedagogy and Psychology in the Modern World: the art of teaching and learning : conference proceedings (Riga, February 26–27, 2021). Riga : Baltija Publishing. Vol. 1. С. 76–78. DOI: 10.30525/978-9934-26-041-4-78.

Станіслав Ковч
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

РОЗРОБКА ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК КІБЕРЗАХИСТУ НА БАЗІ КІБЕРПОЛІГОНУ

Трансформація сучасних кіберзагроз та поява багатовекторних атак зумовлюють необхідність створення віртуалізованих кіберполігонів як комплексного навчального середовища, що забезпечує практичну підготовку фахівців у реалістичних умовах та скорочує розрив між академічною освітою і вимогами професійної діяльності.

Традиційні лабораторні роботи на локальних персональних комп'ютерах часто не дозволяють відтворити складну мережеву взаємодію, тож використання в освітній діяльності кіберполігонів на основі серверної віртуалізації дозволяє створювати ізольовані пісочниці (sandboxes), що імітують реальні корпоративні мережі без ризику для основної інфраструктури [1].

Метою роботи є розробка комплексного методичного забезпечення та архітектури навчального середовища на базі гіпервізора для відпрацювання сценаріїв наступальної та оборонної кібербезпеки. В основі розробки є серверне рішення, що забезпечує функціонування пулу віртуальних машин із різними ролями та функціоналом, зокрема: сервери-жертви з навмисно впровадженими вразливостями, робочі станції адміністраторів та машини для проведення атак.

Методичне забезпечення включає такі напрями практичної підготовки здобувачів:

1. Red Teaming: методика проведення тестувань на проникнення з використанням спеціалізованих ОС (наприклад, Kali Linux) для опанування здобувачами навичок експлуатації вразливостей сервісів, перебору паролів та обходу засобів захисту тощо [2].

2. Blue Teaming: методики Hardening-у систем, налаштування фаєрволів, систем виявлення вторгнень та централізованого збору логів для набуття навичок ідентифікації аномалій в мережі [3].

3. Аналіз вразливостей: практичне вивчення класифікації вразливостей згідно з переліком OWASP Top 10 та методик їх автоматизованого пошуку за допомогою автоматизованих сканерів [4].

Особливістю методичного комплексу є його структурна цілісність, інтегрованість та комплексність, що передбачає:

1. Карти сценаріїв (Playbooks) – детальні алгоритми проведення атак та захисту, побудовані на основі матриці MITRE ATT&CK, для зрозуміння логіки дій зловмисника на кожному етапі інциденту [5].

2. Регламенти керування станом середовища – інструкції щодо використання механізмів snapshot для миттєвого повернення лабораторного середовища до вихідного стану після деструктивних втручань.

3. Критерії оцінювання – системи контрольних показників (наявність конкретних артефактів або закритих вразливостей), для об'єктивного верифікування успішності виконання завдань.

Впровадження методичного забезпечення на базі віртуалізованого кіберполігону дозволяє реалізувати концепцію активного навчання, у якому здобувач отримує доступ до повноцінного серверного середовища з можливістю безпечного експериментування із критичними налаштуваннями систем. Такий підхід скорочує розрив між академічною освітою та реальними вимогами до компетенцій фахівців рівня SOC Tier 1 або Junior Pentester.

Список використаних джерел

1. Occupytheweb. (2019). Getting Started Becoming a Master Hacker: Hacking Is the Most Important Skill Set of the 21st Century! [Електронна книга, 358 с.]. Незалежне видання.
2. HackTricks Wiki. Comprehensive knowledge base for Cybersecurity and Pentesting. [Electronic resource]. – URL: https://hacktricks.wiki/
3. Wazuh Documentation. Open source security platform for threat detection, integrity monitoring and incident response. [Electronic resource]. – URL: https://documentation.wazuh.com/
4. OWASP Top 10:2025. The Most Critical Web Application Security Risks. [Electronic resource]. – URL: https://owasp.org/Top10/2025/

Віталій Кожелянко
Науковий керівник – проф. Головацький В.А.

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА АНІЗОТРОПНІ ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕЛІПТИЧНИХ КВАНТОВИХ ДРОТІВ ТА НАНОТРУБОК

Для створення сучасних наноприладів на основі напівпровідникових квантових дротів та нанотрубок необхідно розрахувати енергетичний спектр квазічастинок шляхом розв'язку рівняння Шредінгера. Аналітичні розв'язки такої задачі можливі лише для випадку збереження циліндричної чи еліптичної симетрії. При накладанні зовнішнього електричного поля розрахунок енергетичного спектру можливий лише шляхом числового розв'язоку рівняння Шредінгера, наприклад методом скінченних елементів. Цим методом отримуються числові розв'язки рівняння Шредінгера в системі COMSOL Multiphysics [1, 2].

У даній роботі виконано розрахунок енергій електрона в декількох найнижчих енергетичних підзонах ($k_z = 0$) складних еліптичних квантових дротів $Al_xGa_{1-x}As/GaAs$ та нанотрубок GaAs, утворених еліптичною та циліндричною межами (рис.1). Радіус внутрішньої циліндричної поверхні рівний 5 нм, а півосі еліптичної зовнішньої поверхні a та b вибирались так, щоб площа еліпса дорівнювала площі кола радіусом 10 нм. При зміні співвідношення a/b площа еліпса залишається незмінною.

При розрахунках вважалось, що стінки нанотрубки непроникні для електрона, тобто створюють безмежний потенціальний бар'єр, а на циліндричній гетеромежі квантового дроту виконуються граничні умови Бен-Даніела-Дюка.

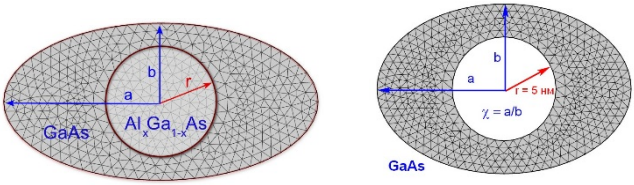


Рис. 1. Геометрична схема еліптичного квантового дроту $Al_xGa_{1-x}As/GaAs$ та нанотрубки GaAs

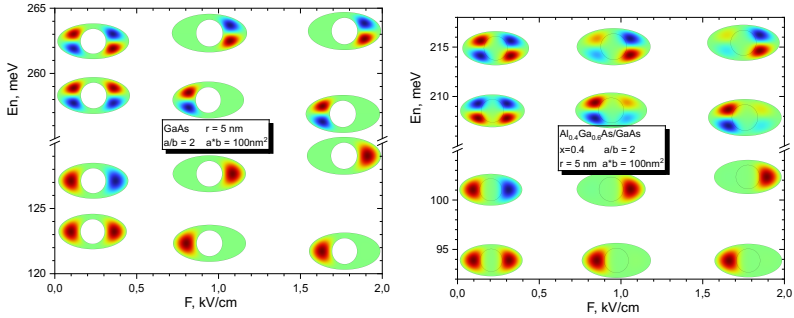


Рис. 2. Залежність енергій електрона в найнижчих квантових станах нанотрубки GaAs (а) та $Al_xGa_{1-x}As$/GaAs нанодроту (б) від напруженості електричного поля. Вставки на графіку: вигляди хвильових функцій електрона в різних квантових станах

Результати розрахунку наведені на рис. 2 свідчать, що за відсутності зовнішнього електричного поля основний та перший збуджений стани еліптичної нанотрубки та еліптичного нанодроту типу «циліндричне ядро – еліптична оболонка» є виродженими. Таке виродження зумовлене особливостями симетрії системи. Аналогічна поведінка спостерігається і для вищих збуджених станів. Виродження основного стану відсутнє у випадку $a=b$ і виникає внаслідок порушення циліндричної симетрії хвильової функції основного стану, починаючи зі співвідношення $a/b \approx 1.1$.

В роботі показано, що зміщення ядра наносистеми та прикладання зовнішнього електричного поля порушують симетрію системи й призводять до зняття виродження енергетичних рівнів. З огляду на великі значення матричного елемента квантового переходу M_{12}, зовнішнє електричне поле істотно впливає на силу осцилятора цього переходу. Це може бути використано під час розробки приладів наноелектроніки з керованими анізотропними оптичними властивостями

Список використаних джерел

1. V.A. Holovatsky, V.V. Yarema, N.H. Holovatska, Mol Cryst Liq Cryst. 768 (15), 729 (2024).
2. V.V. Yarema, V.A. Holovatsky, N.H. Holovatska, Philosophical Magazine, 105(22), 1555 (2025).

Владислав Кожухар
Науковий керівник – доц. Вікторовська Ю.Ю.

АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ АКУМУЛЯТОРІВ У СИСТЕМАХ СОНЯЧНОГО ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ

Упродовж останніх десятиліть сонячна енергетика набула стрімкого розвитку та стала однією з ключових складових глобального переходу до відновлюваних джерел енергії [1]. Її широке впровадження зумовлене екологічною безпечністю, невичерпністю ресурсу та зниженням вартості фотоелектричних технологій. Сонячні електростанції активно використовуються як у промисловому секторі, так і в побутових системах автономного та резервного енергоживлення. Особливої актуальності вони набувають у віддалених або енергетично нестабільних регіонах, де забезпечують енергетичну незалежність та підвищують надійність електропостачання. У зв'язку з цим зростає потреба в ефективних системах накопичення та керування енергією, що, у свою чергу, підсилює значущість задач контролю параметрів акумуляторів, зокрема їх температурного режиму.

У сучасних системах сонячного енергоживлення особливу роль відіграє надійність та довговічність акумуляторних батарей, зокрема типу $LiFePO_4$, експлуатаційні характеристики яких суттєво залежать від температурного режиму [2]. Перегрів або переохолодження акумуляторів призводить до зниження їх ефективності, прискореного зношування та потенційних аварійних ситуацій, що обумовлює необхідність впровадження автоматизованих систем контролю.

Застосування пристрою, що автоматично вмикає підігрів або систему охолодження, дозволяє підтримувати безпечний температурний режим акумуляторної батареї. Це підвищує надійність роботи систем накопичення енергії та збільшує термін служби акумуляторів. Особливо актуальне використання такого пристрою в системах автономного або резервного електроживлення, зокрема у сонячних електростанціях, де акумулятори можуть знаходитися в приміщеннях із нестабільною температурою. Ін-

теграція з системою автоматизації, такою як Home Assistant, забезпечує можливість віддаленого моніторингу та керування роботою пристрою, а також сповіщенням вразі поломки [3].

Одним із перспективних підходів є використання сучасних мікроконтролерів, зокрема ESP32, який поєднує широкі можливості обробки даних, велику кількість інтерфейсів та вбудовані засоби бездротового зв'язку. Це дозволяє реалізувати інтелектуальну систему моніторингу та керування температурою акумуляторів із можливістю віддаленого доступу, що підвищує ефективність, безпеку та зручність експлуатації сонячних енергетичних установок.

Прилад контролю температури, що розроблений на базі мікроконтролера ESP32, містить вбудований модуль Wi-Fi та Bluetooth, які дозволяють реалізувати різні способи віддаленого керування пристроєм. Робота ESP32 полягає у виконанні програми, записаної у Flash-пам'ять. Програма зчитує дані з датчиків (наприклад, датчика температури), обробляє їх та приймає рішення щодо керування виконавчими пристроями.

Орієнтовна дальність зв'язку у приміщенні – 20-50 метрів, на відкритій місцевості – до 100-200 метрів (залежно від антени та перешкод). Через Wi-Fi ESP32 може передавати дані на сервер, у систему розумного будинку або на мобільний пристрій [2].

Розроблюваний пристрій дозволяє автоматично підтримувати безпечний температурний режим акумуляторної батареї шляхом вмикання підігріву або системи охолодження. Використання віддаленого керування підвищує зручність експлуатації та дозволяє контролювати стан системи на відстані.

Отже, застосування мікроконтролера ESP32 для створення системи контролю температури акумуляторів є ефективним та перспективним рішенням для використання у системах автономного та резервного електроживлення.

Список використаних джерел

1. Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. (2021). Технології інтернету речей: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 271 с.
2. A.Kurniawan. (2019). Internet of Things with ESP32. Birmingham: Packt Publishing. 243 с.
3. Home Assistant. Official Documentation: https://www.home-assistant.io (дата звернення: 10.03.2026)

Ліна Кондієвська
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

ПРОЄКТНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СВІДОМОСТІ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ

Проєктна діяльність учнів у сучасній школі виступає одним із найефективніших інструментів формування ключових компетентностей, зокрема національної свідомості. У контексті реформування освіти в Україні, орієнтованої на ідеї Нової української школи, особливого значення набуває діяльнісний підхід до навчання, який передбачає активну участь учнів у створенні освітнього продукту. Саме уроки технології мають значний потенціал для реалізації проєктної діяльності, оскільки вони поєднують теоретичні знання з практичною діяльністю, сприяють розвитку творчості, самостійності та відповідальності.

Згідно з Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа», освіта має бути спрямована на формування особистості, здатної до активної громадянської позиції, усвідомлення власної національної ідентичності та відповідальності перед суспільством [3]. У цьому контексті проєктна діяльність є не лише педагогічною технологією, а й засобом соціалізації учнів, що дозволяє інтегрувати навчальний матеріал із реальним життям, культурою та традиціями українського народу.

На уроках технології проєктна діяльність має особливе значення, оскільки вона безпосередньо пов’язана зі створенням матеріальних об’єктів. Сам процес виготовлення виробів може бути наповнений національним змістом: використанням традиційних українських орнаментів, символіки, народних ремесел, технік декоративно-ужиткового мистецтва. Таким чином, учні не лише опановують технологічні навички, а й долучаються до культурної спадщини свого народу, що сприяє формуванню національної свідомості.

Важливим аспектом є інтеграція проєктної діяльності з підходами STEM-освіти, яка передбачає міжпредметність, практич-

ність і орієнтацію на вирішення реальних проблем. Відповідно до Розпорядження Кабінету Міністрів України № 960-р, STEM-освіта спрямована на розвиток дослідницьких умінь, інноваційного мислення та здатності застосовувати знання у практичній діяльності [2]. Використання проєктів у межах STEM дозволяє учням поєднувати технології, науку та творчість, що робить навчання більш змістовним і наближеним до реального життя.

Суттєвий і виховний потенціал проєктної діяльності. Через створення виробів, пов'язаних із національною символікою, народними традиціями або актуальними соціальними проблемами, учні усвідомлюють значущість власної культури та її ролі в сучасному світі. Наприклад, виготовлення елементів українського декору, екологічних виробів чи соціальних проєктів сприяє формуванню патріотичних почуттів, відповідального ставлення до довкілля та суспільства [1, с. 304-309].

Отже, проєктна діяльність на уроках технології є ефективним засобом формування національної свідомості учнів. Вона поєднує навчальний і виховний потенціал, сприяє розвитку ключових компетентностей, формує ціннісні орієнтації та активну громадянську позицію. У контексті сучасних освітніх реформ та впровадження STEM-підходів проєктна діяльність набуває особливої актуальності, оскільки дозволяє забезпечити інтеграцію знань та підготовку учнів до життя в сучасному суспільстві.

Список використаних джерел

1. Васюк О., Голєва М. (2022). Проєктна технологія навчання: методичні аспекти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. № 47. С. 304-309. URL: https://www.aphn-journal.in.ua/archive/47_2022/part_1/46.pdf (дата звернення 23.03.2026).
2. Розпорядження КМУ від 5 серпня 2020 р. N 960-р. «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». URL: https://ips.ligazakon.net/document/kr200960?an=1 (дата звернення: 23.03.2026).
3. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text (дата звернення: 23.03.2026).

Наталія Кондрюк
Науковий керівник – доц. Кройтор О.П.

ПРОЄКТНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ СТВОРЕННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ВИРОБІВ У ТЕХНІЦІ «НИТКОГРАФІЯ»

На сьогоднішній день сучасна технологічна освіта в Україні вимагає від вчителя пошуку нових форм занять, які б не лише розвивали моторику, а й стимулювали творче мислення. У школах учні вже мають базові навички роботи з інструментами, проте часто втрачають інтерес до стандартних завдань [1].

Техніка ниткографії є тим інструментом, що може поєднати в собі математичну точність, графічне зображення та декоративне мистецтво, що повністю відповідає оновленим програмам «Технології» [2]. Це вид декоративно-прикладного мистецтва, де графічне зображення виконується нитками на твердій основі, що вимагає від учня не лише механічного повторення дій, а й глибокого розуміння композиції [3]. Ниткографія – це не просто заповнення ниткою геометричних фігур, для учнів це можливість опанувати складніші композиційні прийоми: накладання кольорів, створення об'ємних ефектів та роботу з різними основами (картон, оксамитовий папір, дерево). Це розвиває моторику та посидючість, що критично важливо у підлітковому віці. Перш ніж приступити до прошивання, учень має самостійно спроектувати малюнок, розрахувати кількість точок та відстані між ними [4].

Робота з ізониткою стимулює розвиток посидючості та концентрації уваги, що є критично важливим у підлітковому віці. Окрім того, техніка дозволяє реалізувати диференційований підхід: від простих геометричних форм до складних багатошарових панно.

Процес роботи можна розділити на такі етапи:

Проєктування: на цьому етапі формується власна ідея виробу, що сприяє розвитку самостійності. Можна обрати як абстрактні композиції, так і анімалістичні мотиви чи символічні зображення (птахи, серця, геометричні портрети).

Математичний розрахунок: Це один із найвідповідальніших моментів, що потребує знань із геометрії (поділ кола на рівні частини, робота з хордами, кутами та дугами). Учень вчиться переносити графічний малюнок у систему точок, де кожен прокол має бути математично вивіреним [5].

Технологічне виконання: Вибір ниток залежно від фактури основи (муліне, ірис, шовк, синтетичні нитки) та безпосереднє прошивання. На цьому етапі учень має змогу експериментувати з кольоровим колом, використовуючи прийоми контрасту або плавних переходів (градієнтів) [6, с.12].

Готові вироби мають високу естетичну цінність. Вони можуть стати елементами сучасного інтер'єру або авторськими подарунками. Успішна реалізація проєкту суттєво підвищує самооцінку учня та мотивує до подальшої творчої діяльності.

Отже, використання технік декоративно-прикладного мистецтва, а саме ниткографії, на уроках дозволяє розвивати творчий потенціал учнів через проєктну діяльність. Це робить предмет «Технології» цікавим, корисним та сучасним, адаптуючи традиції до запитів сучасного покоління.

Список використаних джерел

1. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова КМУ від 30.09.2020 № 898 (ред. від 30.08.2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF.
2. Модельна навчальна програма «Технології. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Ходзицька І. Ю. та ін.). Рекомендовано МОН України (наказ від 01.12.2023 № 1466).
3. Андрощук І. П., Андрощук І. В. (2022). Розвиток творчих здібностей учнів на уроках технологій засобами декоративно-прикладного мистецтва. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*. Вип. 16. С. 7-21.
4. Ходзицька І. Ю. (2022). Оцінювання результатів навчання учнів у технологічній освітній галузі. Київ : Оріон. 128 с.
5. Кільдеров В. М. (2022). Графічна підготовка учнів у процесі проєктно-технологічної діяльності. *Теорія та методика навчання*. Т. 17. № 2. С. 45-53.
6. Боринець Н. І. (2023). Сучасні підходи до викладання технологій у Новій українській школі. *Трудове навчання в школі*. № 2. С. 10-15.

Анна Кононенко
Науковий керівник – асист. Добрянський А. І.

СТВОРЕННЯ СУПЕРОБКЛАДИНКИ ДЛЯ КНИЖКОВОГО ВИДАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЛАМІНАЦІЇ ПЛІВКОЮ SOFT TOUCH

У сучасному книговидавництві велике значення має не лише зміст книги, а й її оформлення. Зовнішній вигляд – це те, що в першу чергу привертає увагу споживача, тому обкладинки є невід'ємною частиною книг, яка виконує як естетичну, захисну так і інформаційну функцію. Дизайн обкладинки та суперобкладинки впливає на сприйняття видання, підкреслює його статус та підвищує привабливість для читача. Особливо це важливо для колекційних і подарункових книжкових видань, де зовнішній вигляд є частиною стандарту якості та цінності книги.

Щоб поліпшити якість друкованої продукції, фахівці почали використовувати різні технології, однією з яких є ламінація. Ламінація – це вид післядрукарської обробки, коли на готові друковані листи наносять матову, глянсову або інші види плівок. Ламінування захищає продукцію від вологи, подряпин та забруднень, продовжуючи її термін служби [2]. Глянсова ламінація надає додаткового блиску і підсилює насиченість кольорів, привертаючи увагу. Матова ламінація є найбільш популярним та універсальним видом, вона виключає відблиски і дає можливість робити написи на поверхні. Виріб із таким покриттям трохи приглушує кольори та має більш стриманий вигляд [3]. Одним із підвидів матової ламінації є Soft Touch – вид матового типу ламінації класу преміум із підвищеними тактильними властивостями, завдяки тому, що поверхня виробу, вкрита даною плівкою для ламінації, на дотик нагадує оксамит [1].

Покриття Soft Touch використовується у тих випадках, коли необхідно створити розкішне враження і підкреслити високий статус продукту. Ця технологія ідеально підходить для упаковок преміум-класу (коробки для косметики, елітного алкоголю, юве-

лірних виробів, подарунків тощо), поліграфії, та іншої поліграфічної продукції.

Незважаючи на певні переваги технології ламінації Soft Touch, даний вид ламінації має декілька проблем при реалізації її у масове застосування. По-перше, основою є BOPP-плівка – матова ламінована двоаксіально орієнтована поліпропіленова плівка з оксамитовою поверхнею, яка підвищує собівартість матеріалу [4]. По-друге, для нанесення плівки Soft Touch використовуються спеціалізовані ламінувальні машини – переважно термальні або вологі ламінатори. Таке обладнання складніше і дорожче за стандартне і вимагає більш точного контролю процесу. Тому через відсутність чітких технологічних інструкцій потенціал даної плівки не розкритий максимально.

Отже, незважаючи на суттєві переваги плівки Soft Touch, її використання в дизайні книжкових видань залишається обмеженим через завищену вартість матеріалу та недостатню обізнаність фахівців у процесі самого оздоблення і спеціалізованого обладнання.

Список використаних джерел

1. Soft Touch – технологія ламінування та її застосування у поліграфії. Tipografiya Kiev. URL: https://tipografiyakiev.com.ua/technologies/soft-touch (дата звернення: 12.03.2026).
2. Ламінація Soft Touch: характеристики і переваги покриття. A4P. URL: https://a4p.com.ua/uk/blog/laminaciya-soft-touch-harakteristiki-i-preimuschestva-pokrytiya/ (дата звернення: 12.03.2026)
3. Основні види ламінації. Copycentr. URL: https://copycentr.org.ua/yaki-buvayut-vidi-laminaczii-ta-chim-voni/ (дата звернення: 19.03.2026).
4. Soft Touch BOPP Film. Cloudflex Film. URL: https://www.cloudflexfilm.com/product/soft-touch-bopp-film/ (дата звернення: 19.03.2026).

Олексій Конончук
Наукова керівниця – Воропаєва С.Л.

АНІМАЦІЙНЕ ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Сьогодні тривимірна комп'ютерна графіка широко застосовувана технологія в різних галузях, зокрема у маркетингу, рекламі, індустрії відеоігор та кінематографі. Кожна з цих сфер формує специфічні вимоги до підготовки фахівців у галузі 3D-моделювання та візуалізації. Зокрема, у відеоіграх основна увага приділяється оптимізації геометрії моделей і забезпеченню продуктивності в реальному часі. У кінематографі пріоритетні досягнення високого рівня фотореалістичності та якісної анімації.

Робота полягає в створенні тривимірної анімаційної візуалізації короткометражного відео. Створення високоякісного сінематика потребує розв'язання ряду задач: від оптимізації важких сцен до досягнення художньої виразності освітлення. З огляду на відносно невисоку обчислювальну складність сцени, основну увагу зосереджено на анімації персонажа, зокрема на досягненні максимально реалістичної імітації рухів людини з урахуванням їх біомеханічних особливостей. Ключовими завданнями дослідження є розробка якісного ригінгу персонажа, забезпечення природної механіки рухів, а також формування виразної візуальної атмосфери, що дозволяє уникнути ефекту «пласкості» зображення.

Основне завдання – створення тривимірної анімаційної візуалізації (короткометражного відео), що відтворює динамічну сцену стрибка та атаки персонажа у стилістиці історичного екшну. На відміну від розважального контенту, проект має на меті показати технічну досконаліть рухів та взаємодію об'єктів у кадрі, що підкреслюється використанням тренувального манекена замість антропоморфної цілі для зміщення акценту на механіку анімації.

Для реалізації проєкту обрано комбінований пайплайн розробки, що поєднує можливості офлайн- та реал-тайм рендерингу. Основним інструментом моделювання, ригінгу та анімації виступає Blender. Для досягнення фотореалістичності на етапі

розробки використовується рушій Cycles, проте фінальна візуалізація передбачає запікання анімації та її перенесення до Unreal Engine 5 для використання передових технологій освітлення. Текстурування об'єктів виконується з використанням професійної бібліотеки Poliigon. Фінальний етап (post-production) реалізується за допомогою Adobe After Effects для накладання візуальних ефектів та кінематографічного кадрування, а також Adobe Premiere Pro для монтажу відеодоріжки та інтеграції саунд-дизайну.

Найбільш трудомістким етапом роботи є розробка складної механіки рігу (зокрема, системи MCH – mechanism bones), що забезпечує коректну анатомічну деформацію та гнучкість управління персонажем під час виконання акробатичних елементів. Процес анімації передбачає детальне опрацювання таймінгу та спейсингу для відтворення фізики вільного падіння та інерції приземлення. Незважаючи на використання готових моделей, основна увага приділяється інтеграції персонажа у середовище, налаштуванню взаємодії з асетами оточення та створенню кінематографічної атмосфери за допомогою світлових схем, що підкреслюють форму та об'єм об'єктів.

Результатом роботи є фінальний відеоролик у форматі Full HD (1920x1080, 30 fps), який демонструє повний цикл виробництва CGI-контенту. Практична цінність проекту полягає у створенні високоякісного демонстраційного матеріалу (showreel piece), що підтверджує кваліфікацію автора як технічного аніматора та VFX-артиста. Розроблений алгоритм перенесення складної анімації з Blender до Unreal Engine 5 може бути використаний як методична база для створення ігрових кат-сцен або кінематографічних вставок у сучасних медіапроєктах.

Список використаних джерел

1. Williams R. (2012). The Animator's Survival Kit. London : Faber and Faber. 392 p.

Костинян Міхаела
Науковий керівник – доц. Войцехівська О.М.

ВЛАСТИВОСТІ СПЕКТРІВ КВАЗІЧАСТИНОК У ПЛОСКІЙ РЕЗОНАНСНО-ТУНЕЛЬНІЙ НАНОСТРУКТУРІ GAAS/$AL_XGA_{1-X}AS$

Протягом останніх тридцяти років значна увага фізиків приділяється експериментальному і теоретичному вивченню та вдосконаленню квантових каскадних лазерів (ККЛ). Їх робочі частоти, зокрема, охоплюють інфрачервону та терагерцову області, які перекривають вікна прозорості атмосфери та частоти випромінюваннь багатьох молекул, що робить ці прилади надзвичайно привабливими для різних прикладних застосувань, а саме: у військовій сфері, медицині, засобах комунікації, моніторингу навколишнього середовища та інших.

Плоскі резонансно-тунельні структури (РТС) є базовими складовими елементами сучасних ККД. У роботі досліджуються спектри електронів і фононів у плоскій РТС з двома квантовими ямами GaAs та бар'єрами $Al_xGa_{1-x}As$. Ця наноструктура знаходиться під дією однорідного електричного поля напруженості F або без нього і розглядається у декартовій системі координат з віссю oz, що направлена перпендикулярно до площин РТС.

Енергетичний спектр і хвильові функції електронів отримується шляхом розв'язування рівняння Шредінгера у наближенні ефективної маси з урахуванням непараболічного закону дисперсії зони провідності та у моделі прямокутного потенціального профілю. Внаслідок дії постійного електричного поля напруженості F вздовж осі z, потенціальна енергія лінійно спадає у кожній області РТС:

$$m(z,E)=\begin{cases} m_b\left(1-\dfrac{U-E}{E_{gb}}\right), & j=0,2,4 \\ m_w\left(1+\dfrac{E}{E_{gw}}\right), & j=1,3. \end{cases} \qquad U_F(z)=\begin{cases} U, & j=0 \\ U_j-eFz, & j=1,2,3 \\ U-eFd, & j=4. \end{cases}$$

Спектри і потенціали поляризації оптичних обмежених (L) та інтерфейсних (I) фононів отримуються у моделі діелектричного континууму та визначаються розв'язками рівняння:

$$\varepsilon_j(\omega)\nabla^2\Phi(\vec{r}) = 0, \qquad \varepsilon_j(\omega) = \varepsilon_{j\infty}\frac{\omega^2 - \omega_{Lj}^2}{\omega^2 - \omega_{Tj}^2}.$$

Узгоджена робота каскадів експериментальної РТС [1] забезпечувалась прикладеним постійним електричним полем з напруженістю F=17 kV/cm та квантовим переходом електронів зі стану стану |3> у стан |2>, що супроводжувався випромінюванням електромагнітної хвилі з частотою $\omega_{32}^{exp} = 4.6$ ТГц. Далі відбувався безвипромінювальний фонон-супровідний перехід зі стану |2> в основний стан |1>, різниця енергій між якими корелює з енергією оптичного фонона ($\hbar\omega_{21} \approx 36\,\text{meV}$). Числові розрахунки енергетичних спектрів електронів і фононів проводились для РТС GaAs /$Al_xGa_{1-x}As$ з різною концентрацією Al та при різних температурах.

Аналіз спектральних характеристик квазічастинок показав, що за температур які значно перевищують кімнатну, фононна підсистема впливає на спектр електронів і, як наслідок, на оптичні характеристики смуги випромінювання ККЛ. Спектр L-фононів виявився бездисперсійним, незалежно від концентрації Al та хвильового числа. Дисперсія I-фононих мод – мала, а їх частоти знаходяться між частотами поздовжніх і поперечних коливань відповідних масивних кристалів, з яких утворена РТС.

Також виявилось, що зміна температури від кріогенної (T≈0K) до кімнатної (T=300K) майже не впливає на енергетичний спектр електронів, а слабке зміщення величин E_n у область менших енергій зі збільшенням температури викликане залежністю ефективних мас електронів у *n*-их підзонах від ширин заборонених зон, які зі зростанням температури зменшуються.

Список використаних джерел

1. S. Kumar, C.W.I. Chan, C. Qing, J.L. (2009). Reno, Two-well terahertz quantum-cascade laser with direct intrawell-phonon depopulation, Appl. Phys. Lett. 95, 141110.

Дмитро Кочурка
Науковий керівник – асист. Бранашко В.О.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ АУДІОСИГНАЛІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

У сфері звукоінженерії, акустичного проєктування та цифрової обробки сигналів розуміння фізичної природи звуку є критично важливим для фахівців. Їхня підготовка у цій галузі передбачає розуміння принципів роботи алгоритмів спектрального аналізу, структури аудіоданих та механізмів їх перетворення.

Їх дослідження у навчальному процесі часто ускладнюється через необхідність використання спеціалізованого апаратного обладнання або професійного програмного забезпечення, архітектура якого орієнтована на складні інженерні розрахунки, що ускладнює швидке та наочне отримання результатів аналізу для користувачів, які потребують оперативного дослідження акустичного середовища. Одним із можливих шляхів розв’язання цієї проблеми є застосування спеціалізованих програмно-апаратних засобів, які дозволяють відтворювати процеси аналізу сигналів у прозорому середовищі. Такі системи дають можливість досліджувати поведінку акустичних хвиль та аналізувати їхній спектр.

Запропонований програмний застосунок призначений для моделювання вказаних процесів та візуалізації роботи алгоритмів спектрального аналізу. Апаратна частина базується на мікроконтролері ESP32, що виконує оцифрування акустичних коливань навколишнього середовища та передає їх на комп'ютер. Користувач має можливість аналізувати цей потік даних або завантажувати існуючі аудіофайли для подальшого дослідження.

У процесі роботи система відображає характеристики проаналізованого сигналу та детальну амплітудно-частотну характеристику (АЧХ). З точки зору практичної звукоінженерії, такий комплекс може принести значну користь: він дозволяє проводити аналіз акустики приміщень, виявляти паразитні резонансні частоти, візуально досліджувати гармонічну структуру тембрів музичних

інструментів та додатково зберігати проаналізовані дані в аудіофайли.

Реалізація програмного коду застосунку виконується з використанням мови програмування C# на платформі .NET 8. Для побудови кросплатформного інтерфейсу та організації взаємодії користувача із системою застосовується фреймворк Avalonia UI. Для візуалізації діаграм та спектральних сигналів використовується бібліотека ScottPlot, а для виконання Швидкого перетворення Фур'є – спеціалізована бібліотека FftSharp.

Застосування зазначених технологій дозволяє створити інтерактивне програмне середовище, яке забезпечує наочне представлення обробки даних у реальному часі. Запропонована система може бути використана у навчальному процесі під час вивчення звукоінженерії, акустики та цифрової обробки сигналів. Використання такого програмного інструменту дозволить покращити розуміння принципів взаємодії між фізичним звуком та його цифровим поданням і підвищити ефективність навчання.

Подальший розвиток системи може передбачати розширення набору алгоритмів фільтрації, інтеграцію засобів машинного навчання для автоматичного розпізнавання типів звукових сигналів, удосконалення засобів візуалізації характеристик звуку, а також інтеграцію з цифровими звуковими робочими станціями (DAW).

Список використаних джерел

1. Самборський І.І., Шолохов С.М., Юрченко О.В., Ніколаєнко Б.А. (2021). Основи цифрової обробки сигналів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського.
2. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/0b3a7e67-c9f3-43a5-907e-bb7db0037705/content.

Назарій Кримчук, Олексій Грижак
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ БІОМЕДИЧНОЇ СИСТЕМИ З РЕЄСТРАЦІЄЮ ЗОБРАЖЕНЬ

Метою роботи є розробка та дослідження інформаційно-вимірювальної біомедичної системи з реєстрацією зображень і мікроконтролерним керуванням LED-підсвіткою, а також оцінка точності вимірювання оптичних і яскравісних параметрів, що визначають якість діагностичного зображення. Такий підхід актуальний для кольпоскопічних систем і систем візуалізації сітківки ока, де стабільність освітлення безпосередньо впливає на контраст, деталізацію та відтворюваність зображень.

Актуальність теми зумовлена тим, що в оптичних біомедичних системах навіть незначні коливання яскравості, нестабільність живлення світлодіодів або помилки керування підсвіткою можуть спричиняти нерівномірне освітлення поля, локальні пересвітки, втрату дрібних деталей і, як наслідок, зниження достовірності візуальної оцінки. У таких системах LED-підсвітка є не допоміжним елементом, а важливою частиною всього інформаційно-вимірювального каналу.

У роботі запропоновано структуру системи, яка включає модуль реєстрації зображень, LED-підсвітку, мікроконтролерний блок керування, стабілізоване джерело живлення та програмний модуль для вибору режимів освітлення. Для керування підсвіткою використовується мікроконтролер типу Arduino або аналогічна платформа, що забезпечує формування PWM-сигналів, регулювання яскравості та відтворюваність режимів роботи в серії вимірювань.

Основними контрольованими параметрами системи є освітленість об’єкта, яскравість сформованого зображення, стабільність світлового потоку LED-джерел і рівень шуму в каналі реєстрації. Для оцінки однорідності освітлення використано співвідношення

$$\delta_E = \frac{E_i - E_{\text{сер}}}{E_{\text{сер}}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

де E_i — освітленість у вибраній точці поля, а $E_{\text{сер}}$ — її середнє значення. Цей показник дозволяє кількісно оцінити рівномірність підсвітки та виявити ділянки з надлишковим або недостатнім освітленням.

Для аналізу повторюваності вимірювань доцільно використовувати коефіцієнт варіації

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%, \tag{2}$$

де σ — середньоквадратичне відхилення, а $\bar{X}$ — середнє значення досліджуваного параметра. Це дає змогу оцінити стабільність роботи системи при фіксованих режимах підсвітки та незмінних умовах реєстрації.

У ході дослідження встановлено, що найбільший вплив на точність системи мають нестабільність живлення світлодіодів, дискретність PWM-керування, шум фотоприймального каналу, температурний дрейф параметрів LED-джерел, а також автоматичні режими обробки зображення, якщо вони не зафіксовані під час вимірювань. Показано, що використання стабілізованого живлення, фіксованої частоти PWM, попереднього калібрування підсвітки та незмінних параметрів експозиції дозволяє істотно зменшити розкид яскравісних характеристик.

У результаті виконання роботи розроблено структурну та функціональну схеми біомедичної інформаційно-вимірювальної системи з керованою LED-підсвіткою, реалізовано алгоритм керування режимами освітлення та виконано оцінку точності вимірювань. Показано, що поєднання апаратної стабілізації підсвітки з програмним контролем режимів роботи підвищує однорідність освітлення, покращує повторюваність реєстрації та забезпечує більш стабільну якість діагностичних зображень.

Гліб Крутов
Науковий керівник – доц. Філіпчук О.І.

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА БАЗІ АРХІТЕКТУРИ TRANSFORMER

Впровадження цифрових рішень для людей з порушеннями слуху є критично важливим кроком до створення інклюзивного суспільства. В Україні безоплатні послуги перекладачів жестової мови надає Українське товариство глухих (УТОГ). Проте обмежена кількість фахівців та високий попит створюють певні проблеми в оперативному забезпеченні перекладу особливо під час медичних консультацій чи отримання адміністративних послуг, де дуже важлива швидка комунікаційна взаємодія. Для подолання цього виклику можна запропонувати впровадження сучасних інклюзійних технологій на базі систем комп'ютерного зору для автоматичного перекладу жестової мови, здатних швидко працювати на стандартному апаратному забезпеченні без залучення хмарних обчислень. Одним із варіантів такого рішення може стати система розпізнавання ізольованих жестів української жестової мови у реальному часі з використанням бібліотеки просторового трекінгу MediaPipe [1] та нейромережі архітектури Transformer.

В основі пропонованого рішення лежить захоплення відеопотоку з вебкамери користувача. За допомогою MediaPipe Holistic на кожному кадрі виділяється 258 просторових координат (ключові точки тіла, обличчя та фаланг пальців обох рук). Зібрані координати формуються у часове «ковзне вікно» довжиною 90 кадрів, що дозволяє нейромережі аналізувати повну динаміку жесту від початку руху до його завершення. Обрання скелетної моделі на противагу аналізу повних піксельних зображень дозволяє істотно зменшити обсяг вхідних даних у (за приблизною оцінкою у 150 разів), що є дуже важливим аспектом при роботі в режимі реального часу.

Для класифікації отриманих часових рядів використовується модель Transformer Encoder [2]. Завдяки механізму Multi-Head

Self-Attention модель ефективно знаходить просторово-часові залежності між рухом ключових точок. Її навчання проводилося на авторському датасеті для базового словника (основні базові жести: лікар, біль, допомога, голова, живіт, серце тощо).

Головною проблемою систем розпізнавання жестів є ефект епентези – неінформативні перехідні рухи рук між словами. Для розв'язання цієї проблеми без використання ресурсомістких алгоритмів Connectionist Temporal Classification (CTC) запропоновано алгоритм фільтрації неінформативних рухів. Після того як алгоритм з високою впевненістю розпізнає жест, система активує «сліпу зону» на 1 секунду. Це дає користувачеві час опустити руки у нейтральне положення без генерації хибних прогнозів. Такий підхід дозволив стабілізувати роботу системи без істотного збільшення затримки, а проведене тестування показало, що завдяки цьому кількість хибнопозитивних спрацювань знизилась на у середньому на 34%.

Отже, запропонований підхід із фіксованою буферизацією та періодами охолодження забезпечує високу точність розпізнавання ізольованих українських жестів у реальному часі, залишаючись у межах обчислювальних можливостей звичайних персональних комп'ютерів.

Розроблена система демонструє успішне використання архітектури Transformer-Encoder для задач комп'ютерного зору на базі скелетної анімації.

Результати дослідження та розробка можуть бути використані для створення систем інклюзивної комунікації, освітніх платформ або інтеграції у мобільні застосунки.

Список використаних джерел

1. MediaPipe Holistic. *Google for Developers*. вебсайт. URL: https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/holistic_landmarker (дата звернення: 10.03.2026).
3. Attention Is All You Need. *31st Conference on Neural Information* : Proceedings of the Int. Conf. / A. Vaswani et al. Processing Systems (NIPS 2017). URL: https://arxiv.org/abs/1706.03762v6. 2023. (дата звернення: 10.03.2026).

Надія Кулик, Дмитро Кулик
Науковий керівник – проф. Дуболазов О. В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ДИЗАЙН-ПРОЦЕСУ РЕКЛАМНИХ КАМПАНІЙ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ПРОДАКШН-РЕСУРСІВ

У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій процес створення рекламного контенту зазнає суттєвих трансформацій. Особливої актуальності набуває питання оптимізації дизайн-процесів в умовах обмежених ресурсів – бюджетних, часових та кадрових. Традиційний підхід до створення рекламних кампаній передбачає залучення значної кількості спеціалістів (дизайнерів, фотографів, моделей, ретушерів), що потребує великих фінансових витрат і складної координації. Це часто стає бар'єром для малого бізнесу та стартапів, знижуючи гнучкість процесу та підвищуючи ризики додаткових витрат при внесенні змін на пізніх етапах [1].

У відповідь на ці виклики генеративні нейромережеві моделі стають інструментом автоматизації значної частини дизайн-процесів. Згідно з дослідженнями MIT, Stanford та McKinsey (2023), використання ШІ підвищує продуктивність у створенні контенту на 14–35%, дозволяючи автоматизувати більшість маркетингових завдань. Індустріальні звіти Adobe за 2024 рік підтверджують, що більшість креаторів уже використовують штучний інтелект для оптимізації робочих процесів та генерації ідей. При цьому ШІ не замінює фахівця, а виступає інструментом підсилення його можливостей, підвищуючи швидкість роботи без втрати якості [2, 3].

Метою даної роботи є дослідження можливостей ШІ для оптимізації створення рекламних кампаній та демонстрація їхнього практичного застосування на прикладі проєкту повного циклу. У межах дослідження реалізовано кампанію, що охоплює всі етапи: від розробки концепції та сценарію до створення цифрових моделей (персонажів), генерації серії візуальних матеріалів (імітація фотосесії), розробки рекламних макетів та відеоконтенту. Такий підхід демонструє можливість реалізації повноцінного продукту з мінімальним використанням традиційних продакшн-ресурсів [3].

Окрему увагу в межах дослідження приділено зміні ролі дизайнера, який перетворюється з технічного виконавця на оператора складних інтелектуальних систем. Ефективна інтеграція ШІ вимагає від фахівця нових компетенцій, зокрема навичок промпт-інжинірингу, курування нейромережевого виводу та забезпечення візуальної консистентності бренду на різних етапах генерації. Це дозволяє не лише масштабувати виробництво контенту, а й проводити швидкі ітераційні тести різних візуальних стратегій, що раніше було неможливим через високу вартість помилки в класичному продакшні [4].

У результаті проведеного дослідження встановлено, що застосування нейромережевих інструментів суттєво скорочує часові та фінансові витрати, підвищує гнучкість розробки та дозволяє оперативно адаптувати контент. Використання ШІ відкриває нові перспективи для дизайну, дозволяючи фахівцям зосередитися на креативних концепціях, розширюючи межі професійної практики в сучасному цифровому середовищі. Це робить ШІ перспективним напрямом для забезпечення повного циклу створення реклами навіть за умов обмежених ресурсів [4]. У результаті проведеного дослідження встановлено, що застосування нейромережевих інструментів суттєво скорочує часові та фінансові витрати, підвищує гнучкість розробки та дозволяє оперативно адаптувати контент. Використання ШІ відкриває нові перспективи для дизайну, дозволяючи фахівцям зосередитися на креативних концепціях, розширюючи межі професійної практики в сучасному цифровому середовищі.

Список використаних джерел

1. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. (2023). Generative AI at Work [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.nber.org/papers/w31161
2. Noy S., Zhang W. (2023). Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence [Електронний ресурс]. MIT, Режим доступу: https://economics.mit.edu
3. McKinsey Global Institute. The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier [Електронний ресурс]. 2023. Режим доступу: https://www.mckinsey.com
4. Adobe. Creative Professionals and Generative AI Usage Report [Електронний ресурс]. 2024. Режим доступу: https://blog.adobe.com

Андрій Курлянчик
Науковий керівник – доц. Воробець Г.І.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНДЕРВОЛЬТИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ЦЕНТРАЛЬНИХ ПРОЦЕСОРІВ

Сучасні комп'ютерні системи потребують використання високопродуктивних центральних процесорів для виконання складних обчислювальних задач, що неминуче супроводжується значним енергоспоживанням та інтенсивним тепловиділенням. Традиційні заводські налаштування напруги, встановлені виробником, зазвичай мають надлишковий запас для забезпечення базової стабільності чипів різної якості в будь-яких умовах експлуатації [1].

Такий підхід часто призводить до підвищеного рівня шуму систем охолодження, швидшого зносу компонентів та виникнення температурного тротлінгу – примусового зниження тактової частоти процесора для уникнення його перегріву. Ефективним шляхом вирішення цієї проблеми є застосування андервольтингу – процесу програмного або апаратного зниження робочої напруги процесора без зменшення його базової частоти та обчислювальної потужності.

Здійснення андервольтингу ручним способом вимагає глибоких технічних знань, розуміння архітектури комп'ютерних систем та несе ризики порушення стабільності роботи ПК. Запропонований програмний застосунок призначений для автоматизації цього процесу, безпечного розрахунку правильних параметрів та візуалізації впливу напруги на загальну продуктивність.

Під час роботи програма аналізує апаратні характеристики та підбирає оптимальні значення напруги і частот. Наприклад, для сучасних високопродуктивних рішень, таких як Intel Core i9-12900KF, які мають дуже високі показники тепловиділення за замовчуванням, застосунок здатен самостійно розрахувати індивідуальну криву залежності напруги від частоти (V/F curve). Це

дозволяє зберегти максимальну швидкодію чипа, одночасно зробивши його значно енергоефективнішим та холоднішим у важких задачах.

Користувач має можливість обрати режим оптимізації, задавати межі тестування та запускати процес симуляції навантаження. У процесі роботи система в реальному часі відображає показники температурних датчиків, поточне енергоспоживання (TDP) та частоти ядер процесора.

Реалізація програмного коду застосунку виконується з використанням мов програмування C/C++ для низькорівневої взаємодії з апаратним забезпеченням, і Python для логіки вищого рівня. Для побудови інтерфейсу користувача та організації зручної взаємодії із системою застосовуються бібліотеки PyQt або PySide. Для відображення графіків температур, напруги та частотних діаграм використовується Matplotlib.

Для верифікації ефективності розробленого програмного застосунку було проведено комплексний апаратний експеримент. Для фіксації реального енергоспоживання системи застосовувався цифровий портативний ватметр (енергометр), підключений у ланцюг живлення ПК.

Застосування зазначених технологій дозволяє створити безпечне інтерактивне програмне середовище для моніторингу та оптимізації апаратних ресурсів. Використання такого програмного інструменту дозволить користувачам підвищити продуктивність власних систем завдяки зниженню температур та усуненню лімітів потужності.

Подальший розвиток системи може передбачати розширення набору підтримуваних архітектур, удосконалення алгоритмів стрес-тестування та впровадження автоматичного динамічного підбору напруги залежно від рівня навантаження на систему.

Список використаних джерел

1. Тарарака В. Д. (2018). Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. Житомир: ЖДТУ, 386 с.

Анатолій Кушнір
Науковий керівник – проф. Максимяк П.П.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОНОХРОМАТНОГО МІКРООБ'ЄКТИВА

Підвищення роздільної здатності мікроскопічних систем є актуальною задачею прецизійної оптики [1]. Дифракційна межа Релея $\delta = 0{,}61\lambda/NA$ (NA – числова апертура) обмежує стандартні повітряні об'єктиви ($NA \leq 0{,}95$) до $\delta \approx 0{,}35–0{,}55$ мкм при $\lambda = 532$ нм, тоді як мікроелектроніка та біофотоніка потребують $\delta < 0{,}25$ мкм.

Запропоновано та змодельовано імерсійну систему з апланатичною точкою Вейєрштрасса [2]: об'єкт у центрі кривизни сфери $R = 2$ мм (умова Ферма: різниця оптичних шляхів $OPD \equiv 0$), занурення $n = 1{,}5$ з двох боків, $NA = 1{,}500$. Сферичні аберації та кома повністю усунуті геометрією системи.

Моделювання виконано у три рівні точності: (1) геометричне трасування 500 рівномірно розподілених променів по апертурі – перевірка довжини оптичного шляху (OPL) для кожного; (2) верифікація таутохронності для 5 000 точок рівномірного розподілу Фібоначчі – 97,8% точок з $\Delta OPL \leq 0{,}1$ мкм; (3) повне векторне дифракційне інтегрування Релея-Зоммерфельда по 50 000 джерел з урахуванням ефекту Річардса-Вольфа [3] (компоненти Ex, Ey, Ez; коефіцієнти Френеля на поверхні).

Отримано функцію розсіювання точки (PSF) та тест роздільної здатності для об'єктів 0,2–2,0 мкм (коло, квадрат, трикутник). Досягнуто $\delta = 0{,}22$ мкм при теоретичній межі 0,163 мкм (в 2,48 рази краще за стандартний об'єктив $NA = 0{,}447$). Контраст пік/фон = 20,1, індекс структурної подібності SSIM = 0,69, M = 4,50×. Порівняльні дані – у Таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння оптичних систем ($\lambda = 532$ нм)

Параметр	Стандартна лінза	Олійна імерсія	Наша система (скло, n=1,5)
NA	0,447	1,40	1,500
Межа Релея δ, мкм	0,546	0,174	0,163
Практична δ, мкм	0,55–0,60	0,20–0,25	0,22
Таутохронність	–	–	97,8%
Контраст пік/фон	–	–	20,1

Внесок кожного фізичного ефекту у роздільну здатність (Таблиця 2): апланатична корекція є базою; формули Френеля дають −0,07 мкм (20%); дифракція Релея-Зоммерфельда − 0,04 мкм (14%); ефект Річардса-Вольфа −0,02 мкм (9%). Сумарно – 37,1% покращення [4].

Таблиця 2 – Внесок методів моделювання у роздільну здатність

Метод моделювання	Δδ, мкм	Внесок, %
Апланатична корекція (базова)	0	–
Формули Френеля	−0,07	20,0%
Дифракція Релея–Зоммерфельда	−0,04	14,3%
Ефект Річардса–Вольфа (поляризація, висока NA)	−0,02	9,1%
Повна система (4U)	−0,13	37,1%

Імерсійна система з апланатичною точкою Вейєрштрасса забезпечує δ = 0,22 мкм (покращення в 2,48 рази; NA = 1,500, M = 4,50×). Таутохронність 97,8% та повний векторний інтеграл Релея-Зоммерфельда підтверджують фізичну коректність моделі. Система рекомендована як основа для монохроматних мікрооб'єктивів надвисокої роздільної здатності.

Список використаних джерел

1. Born M., Wolf E. (2019). Principles of Optics. Cambridge University Press. 1012 p.
2. Angelsky O.V., Maksimyak P.P., Hanson S. (1999). The Use of Optical-Correlation Techniques for Characterizing Scattering Objects and Media. SPIE Press. 194 p.
3. Richards B., Wolf E. (1959). Electromagnetic diffraction in optical systems. II. Proc. Roy. Soc. A. Vol. 253. P. 358–379.
4. Goodman J.W. (2017). Introduction to Fourier Optics. W. H. Freeman. 564 p.

Дмитро Лакуста
Наукова керівниця – асист. Одайська Х.С.

СЕНСОРНА МЕРЕЖА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ

Сучасний розвиток інформаційних технологій та концепції Інтернету речей (IoT) відкриває широкі можливості для автоматизації контролю параметрів навколишнього середовища [1]. Одним із актуальних напрямів є моніторинг мікроклімату у приміщеннях, оскільки температура, вологість, освітленість і якість повітря безпосередньо впливають на комфорт та працездатність людей.

У роботі розроблено систему моніторингу мікроклімату, яка забезпечує збір, передачу, обробку та візуалізацію даних у режимі, наближеному до реального часу. Система має трирівневу архітектуру: сенсорний рівень, серверну частину та клієнтський вебзастосунок.

На сенсорному рівні використовуються вузли на базі ESP8266 із вбудованим модулем Wi-Fi, що забезпечує бездротову передачу даних. До мікроконтролера підключено датчик температури і вологості DHT11, газовий сенсор MQ135, датчик освітленості та модуль реле (рис. 1). Вузол працює циклічно: зчитує дані, обробляє їх та формує пакет у форматі JSON.

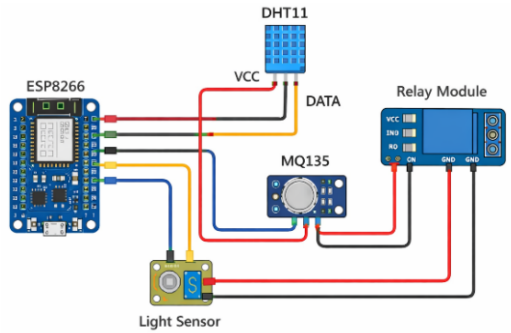


Рис. 1. Схема підключення датчиків та релейного модуля до мікроконтролера ESP8266

Серверна частина системи реалізована на основі платформи Node.js з використанням фреймворку Express. Використання асинхронної обробки запитів дозволяє ефективно працювати з великою кількістю вхідних даних від вузлів. Сервер виконує функції прийому телеметричних даних, їх перевірки, збереження у базі даних та обробки запитів клієнтського застосунку.

Для взаємодії між компонентами системи використовується REST API, який забезпечує доступ до поточних даних та історії вимірювань та передачу керуючих команд. Окрім збереження даних, сервер виконує їх аналіз шляхом порівняння отриманих значень із заданими пороговими межами. У випадку відхилення параметрів від норми система формує відповідні сповіщення.

Клієнтська частина системи реалізована у вигляді вебзастосунку на базі бібліотеки React. Інтерфейс користувача забезпечує доступ до інформації через браузер та не потребує встановлення додаткового ПЗ. Після авторизації користувач отримує доступ до інформаційної панелі, на якій відображається список кабінетів із підключеними сенсорними вузлами.

Розроблена система забезпечує безперервний моніторинг умов у приміщеннях, зберігає дані вимірювань та підвищує ефективність управління мікрокліматом. Використання доступних апаратних компонентів та сучасних вебтехнологій забезпечує гнучкість та можливість подальшого масштабування системи. Перспективи дослідження полягають у підвищенні точності вимірювань та впровадженні інтелектуальних алгоритмів аналізу даних.

Список використаних джерел

1. Жураковський Б., Зенів І. (2021). Технології Інтернету речей : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 271 с.
2. Перун С. І. (2025). Інформаційна система моніторингу мікроклімату квартири на базі бездротової сенсорної мережі : магістерська робота / наук. кер. Р. М. Небесний. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. 86 с.

Артем Лединський
Науковий керівник – доц. Філіпчук О.І.

ІНТЕГРАЦІЯ ПЛАТІЖНОЇ СИСТЕМИ LIQPAY В ТУРИСТИЧНИЙ ВЕБЗАСТОСУНОК

Інтеграція платіжних систем у вебзастосунки супроводжується низкою технічних труднощів. По-перше, стандартна схема LiqPay передбачає server-to-server callback на публічно доступний URL, що унеможливлює її використання у закритих середовищах розробки. По-друге, взаємодія між React-фронтендом і Go-бекендом на різних портах блокується браузером згідно з Same-Origin Policy. По-третє, цілісність платіжних даних потребує криптографічного захисту від підробки.

Обґрунтованим рішенням для подолання описаних вище технологічних викликів стала інтеграція API системи LiqPay [1], що дозволить поєднати високий ступінь безпеки платіжних транзакцій із гнучкістю розробки. LiqPay – платіжна система від ПриватБанку з підтримкою картки, Google Pay та Apple Pay і тестовим sandbox-режимом. Повний флоу взаємодії компонентів наведено на рис. 1.

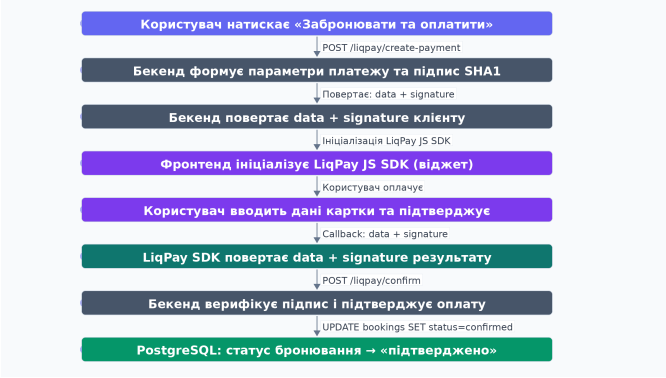


Рис. 1. Покроковий флоу платіжного модуля

Цілісність даних у такому підході забезпечується криптографічним підписом: signature = Base64(SHA1(privateKey + data +

privateKey)) [1], що унеможливлює підробку параметрів платежу на стороні клієнта. Блокування SOP усунуто налаштуванням CORS middleware в Echo з визначеним переліком дозволених origins та методів [2]. Відсутність публічного сервера для callback вирішено через клієнтську верифікацію: після оплати LiqPay JS SDK (рис. 2) повертає підписаний результат, який фронтенд надсилає на POST /liqpay/confirm, де сервер повторно верифікує підпис і при статусі success підтверджує бронювання [3]. При failure або error бронювання зберігає статус pending для повторної оплати; при reversed – скасовується з автоматичним відновленням місць.

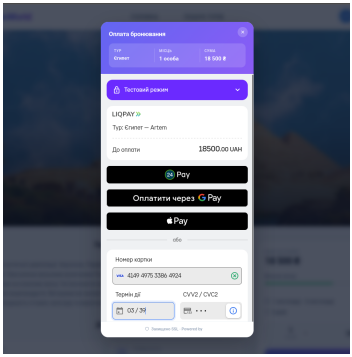


Рис. 2. Платіжний віджет LiqPay у веб-застосунку OpenWorld

Отже, запропоновані рішення дозволяють реалізувати повноцінну платіжну інтеграцію без публічного сервера, забезпечуючи криптографічний захист даних, коректну міжсервісну взаємодію та обробку всіх можливих сценаріїв транзакції.

Список використаних джерел

1. LiqPay. Платіжний віджет. вебсайт. URL: https://www.liqpay.ua/doc/api/internet_acquiring/widget?tab=1 (дата звернення: 28.03.2026).
3. Echo Framework. CORS Middleware. вебсайт. URL: https://echo.labstack.com/docs/middleware/cors (дата звернення: 28.03.2026).
4. LiqPay. Callback параметри. вебсайт. URL: https://www.liqpay.ua/doc/api/callback (дата звернення: 28.03.2026).

Юрій Ленчук
Науковий керівник – доц. Лазорик В.В.

РОЗРОБКА ВЕБДОДАТКА ТИПУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ НА ОСНОВІ NEXT.JS, EXPRESS.JS ТА MONGODB

Однією з найпопулярніших і найкомплексніших категорій вебзастосунків є платформи для купівлі та продажу товарів, які поєднують функції чату, маркетплейсу та інформаційного порталу. Існує багато прикладів таких сервісів: OLX, Prom.ua, Rozetka та інші.

Мета цього проєкту – розробка повноцінного веб-застосунку у вигляді інтернет-магазину, який дасть користувачам можливість створювати, переглядати, редагувати та видаляти оголошення, знаходити товари за категоріями, фільтрами і пошуком та спілкуватись через чат.

Застосунок ралізовується за клієнт-серверної архітектури. Серверна частина побудована з використанням Node.js і фреймворку Express.js, який забезпечує ефективну маршрутизацію HTTP-запитів, дозволяє реалізувати RESTful API та обробку клієнтських даних. Дані зберігаються в MongoDB – документно-орієнтованій базі даних, що дає гнучку схему даних, горизонтальне маштабування, високу продуктивність та зберігання даних у форматі, схожим з JSON для зручності розробки. Взаємодія з базою реалізовується через ORM-бібліотеку Mongoose, яка дозволяє комфортно працювати з базою.

Система авторизації та аутентифікації користувачів використовує jsonwebtoken (JWT), що дає можливість створювати безпечну систему доступу до ресурсів без необхідності постійно зберігати сесії на сервері. Паролі хешуються з використанням bcryptjs, а конфігураційні параметри(ключі, URI до бази даних, тощо) зберігаються у змінних середовища з використанням бібліотеки dotenv.

Для завантаження зображення товарів використовується multer, а для великих зображень реалізовано gridfs-stream, що дозволяє ефективно працювати з файлами в MongoDB. Логування запитів

відбувається за допомогою morgan, а перевірка вхідних даних – через express-validator, що мінімізує кількість помилок користувачів при введенні даних.

Фронтенд створюється на базі Next.js – сучасного фреймворку, створеного на базі бібліотек React, який підтримує SSR (server side rendering) та SSG (static site generation), що покращує продуктивність і SEO-оптимізацію. Розробка ведеться мовою програмування TypeScript, що дозволяє підвищити стабільність, продуктивність і передбачуваність застосунку.

Для роботи з формами використовується react-hook-form, що спрощує роботу з валідацією даних користувача. Запити до серверу відбуваються з використанням axios, який забезпечує виконання HTTP-запитів і обробку відповідей API. Токени авторизації реалізовані через js-cookie.

Для стилізації компонентів використовується CSS-In-JS бібліотека styled-components, яка дає можливіть створювати адаптивні та стилізовані компоненти з підтримкою темного/світлого режиму. Next.js підтримує динамічні маршрути, що дозволяє відображати сторінки за унікальними ідентифікаторами.

Розроблений вебдодаток реалізує такі основні функції електронної торгової платформи:

- реєстрація та аутентифікація користувачів;
- створення, редагування та видалення оголошень;
- пошук і фільтрація товарів за категоріями, ціною;
- завантаження і зберігання зображень у базі даних;
- обмін повідомленнями між користувачами.

Список використаних джерел

1. Next.js Documentation. URL: https://nextjs.org/docs (дата звернення: 06.03.2026).
2. Express.js Documentation. URL: https://expressjs.com/ (дата звернення: 06.03.2026).
3. TypeScript Documentation. URL: https://www.typescriptlang.org/docs/ (дата звернення: 06.03.2026).
4. Mongoose Documentation URL: https://mongoosejs.com/docs/ (дата звернення: 06.03.2026).

Ліана Лисак
Науковий керівник – доц. Фельде Х.В.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ АЙДЕНТИКИ БРЕНДУ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ БРЕНДБУКУ

У сучасному конкурентному середовищі бренди змушені не лише створювати якісний продукт чи послугу, а й формувати цілісну візуальну та смислову ідентичність, яка забезпечує їх впізнаваність і довіру з боку споживачів. Особливо актуальним це є в умовах цифровізації та інформаційного перевантаження, коли користувач приймає рішення за лічені секунди, спираючись на візуальні та емоційні сигнали. Методологічні засади формування айдентики бренду включають комплексний підхід до розробки системи візуальних та вербальних комунікацій. Вони базуються на аналізі місії, цінностей та цільової аудиторії компанії, перетворюючи абстрактні бізнес-ідеї на цілісний та впізнаваний образ (логотип, фірмова кольорова палітра, типографіка, патерни та інші елементи), які виділяють організацію серед конкурентів [1].

Основним інструментом систематизації та втілення цих методологічних засад є брендбук. Це не просто збірник візуальних матеріалів, а фундаментальний документ, який визначає філософію компанії та стандартизує всі її прояви у зовнішньому середовищі. Завдяки цьому значно полегшується процес створення єдиного стилю на будь-яких носіях – від цифрових платформ до друкованої продукції. Зокрема, встановлення чітких правил використання логотипу (охоронні поля, кольорова гама, мінімальний розмір, варіації для різних фонів) запобігає його спотворенню та забезпечує цілісність сприйняття. Не менш важливою функцією є створення єдиного голосу (Tone of Voice) та єдиного стилю комунікації. Брендбук задає правила для текстів та повідомлень, що дозволяє компанії підтримувати послідовний діалог з аудиторією та будувати емоційний зв'язок зі споживачем [2].

Для практичної реалізації візуальної частини брендбуку часто використовується гайдлайн (або логобук). Якщо брендбук є

стратегічним документом, що розкриває філософію та місію компанії, то гайдлайн – це суто технічний посібник. Він містить детальну інструкцію з використання графічних елементів (сітки, пропорції, комбінації шрифтів та коди кольорів у моделях CMYK, RGB, Pantone), що дозволяє дизайнерам та підрядникам використовувати фірмовий стиль без помилок [3].

Комплексне дотримання стандартів брендбуку дозволяє мінімізувати ризик деформації бренду через неправильне використання його елементів сторонніми підрядниками чи співробітниками. Це забезпечує візуальну та смислову сталість, що безпосередньо впливає на зміцнення впізнаваності та зростання лояльності клієнтів.

Підсумовуючи, можна сказати, що брендбук є не лише технічним набором правил та рекомендацій, а й стратегічним інструментом для управління та зміцнення іміджу бренду. Він допомагає компанії підтримувати свою ідентичність, забезпечує послідовність маркетингової діяльності та дозволяє успішно конкурувати на сучасному динамічному ринку.

Список використаних джерел

1. Що таке айдентика бренду та як її створити? URL: https://horoshop.ua/ua/blog/how-to-create-brand-identity/
2. Що таке брендбук і навіщо він потрібний? URL: https://newmedia.ua/printed-products-uk/shcho-take-brendbuk-i-navishcho-vin-potribnyy/
3. Навіщо компанії потрібний гайдлайн і як його використовувати? URL: https://wezom.com.ua/ua/blog/gajdlajn

Тимур Лях
Наукова керівниця – асист. Іванущак Н.М.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ БАГАТОСЕНСОРНОГО МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ З ПІДТРИМКОЮ IOT

Якість повітря у приміщеннях безпосередньо впливає на здоров’я, продуктивність та самопочуття людини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, люди проводять понад 90% часу в закритих приміщеннях, де концентрація шкідливих речовин може перевищувати зовнішні показники у 2-5 разів [1]. Традиційні підходи до контролю мікроклімату не забезпечують безперервного збору та аналізу даних у реальному часі, що зумовлює актуальність розробки інтелектуальних IoT-систем моніторингу.

Метою роботи є проєктування та реалізація інтелектуальної інформаційної системи для багатосенсорного моніторингу мікроклімату на базі мікроконтролера ESP8266 з датчиками AHT20 (температура та вологість) і BMP280 (атмосферний тиск). Система забезпечує збір сенсорних даних через шину I²C, передачу на сервер у форматі JSON, збереження у хмарній базі даних PostgreSQL та відображення через вебінтерфейс.

Розроблена система має трирівневу клієнт-серверну архітектуру: рівень збору даних (ESP8266 + AHT20 + BMP280), рівень обробки (Flask-сервер на Python з REST API) та рівень відображення (вебінтерфейс на HTML/JavaScript). Мікроконтролер зчитує показання датчиків кожні 2 секунди та надсилає JSON-пакети на сервер. Захист API реалізовано через секретний ключ автентифікації.

Ключовою інтелектуальною складовою системи є багаторівневий алгоритм виявлення аномалій. Функція classify_anomaly реалізує класифікацію за трьома рівнями пріоритету: абсолютні межі (limit_high / limit_low), адаптивний поріг ±3σ за годиною доби на основі 30-денної статистики (adaptive_high / adaptive_low) та статистичний Z-score за ковзним вікном 60

вимірювань (spike_up / spike_down). Незалежно від результату, додатково перевіряється дрейф значень (drift_up / drift_down). Межі аномалій можуть бути налаштовані користувачем через API та вебінтерфейс.

Для прогнозування параметрів мікроклімату реалізовано модель ARIMA(5,1,0), що будує прогноз на 10 кроків уперед із довірчим інтервалом 70%. Backtesting на останніх 5 точках показав точність понад 95% для стабільних метрик (температура, атмосферний тиск) [2]. Додатково обчислюється кореляційна матриця Пірсона між парами метрик та індекс теплового комфорту (Heat Index) за формулою Ростеда/NOAA, що забезпечує науково обґрунтовану оцінку стану мікроклімату.

Серверну частину розроблено з використанням фреймворку Flask (Python), бібліотек NumPy (статистичні обчислення), pandas (часові ряди) та statsmodels (модель ARIMA). Зберігання даних реалізовано у PostgreSQL на хмарній PaaS-платформі Render, що забезпечує постійне збереження між перезапусками сервера [3].

Практична цінність розробленої системи полягає у можливості її застосування для контролю мікроклімату в офісних та навчальних приміщеннях, медичних закладах, серверних кімнатах і теплицях. Система повністю автономна, не потребує зовнішніх хмарних сервісів і поєднує в єдиній архітектурі реальний апаратний вузол збору даних, шестирівневу класифікацію аномалій з адаптивними порогами, ARIMA-прогнозування з backtesting-оцінкою точності та розрахунок наукового індексу Heat Index. Подальші дослідження будуть спрямовані на підвищення точності прогнозування та оптимізацію алгоритмів виявлення аномалій.

Список використаних джерел

1. World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Press, 2010. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134
2. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. OTexts, 2021. URL: https://otexts.com/fpp3/
3. Flask Documentation. Pallets Projects, 2024. URL: https://flask.palletsprojects.com/

Катерина Магда
Науковий керівник – доц. Руснак М.А.

УЗАГАЛЬНЕННЯ АЛГОРИТМУ МІНТІ НА КІЛЬКА ДЖЕРЕЛ І СТОКІВ

Розробка програмного засобу для пошуку оптимальних шляхів у графах із використанням алгоритму Мінті та його розширень.

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій задачі оптимізації маршрутів у графах мають важливе значення у багатьох сферах: транспортних системах, логістиці, телекомунікаціях та навчанні. Ефективний пошук найкоротших або найдешевших шляхів дозволяє підвищити продуктивність систем і зменшити витрати ресурсів. У зв'язку з цим актуальна розробка програмних засобів, які не лише реалізують алгоритми пошуку, але й забезпечують їх наочну візуалізацію та можливість навчання користувачів.

У цьому проєкті реалізовано програму для пошуку шляхів у зважених графах із використанням алгоритму Мінті. Програма дозволяє знаходити найкоротші шляхи, найдешевші шляхи, а також комбіновані варіанти, зокрема найдешевший серед найкоротших та найкоротший серед найдешевших. Це забезпечує більш гнучкий аналіз графових структур залежно від поставленої задачі.

Розроблений програмний засіб реалізовано мовою Python із використанням бібліотек для роботи з графами та візуалізації. Інтерфейс користувача створено на основі графічної бібліотеки, що забезпечує інтерактивну взаємодію з графом. Користувач може задавати множини джерел і стоків, переглядати результати пошуку, а також візуально аналізувати знайдені маршрути.

Особливістю програми є підтримка покрокового режиму виконання алгоритму. Це дозволяє детально відстежувати процес пошуку шляхів, аналізувати роботу пріоритетної черги та зрозуміти логіку алгоритму. Такий підхід є особливо корисним у навчальних цілях, оскільки сприяє кращому засвоєнню матеріалу студентами.

Реалізовано й можливість інтерактивного редагування графа шляхом переміщення вершин, що підвищує зручність роботи з програмою та дозволяє досліджувати різні конфігурації мереж.

У подальшому планується розширення функціоналу програмного засобу. Зокрема, передбачено реалізацію алгоритму Форда-Фалкерсона для розв'язання задач максимального потоку, що дозволить порівнювати різні підходи до оптимізації в мережах. Планується додавання модуля для вимірювання часу виконання алгоритмів з метою їх порівняльного аналізу ефективності.

Окрім цього, передбачається реалізація автоматичної генерації графів різної складності, що дозволить використовувати програму як навчальний інструмент для демонстрації роботи алгоритмів на різних прикладах. Це значно розширить можливості застосування розробки в освітньому процесі.

Отже, створений програмний засіб є універсальним інструментом для дослідження задач пошуку шляхів у графах, який поєднує алгоритмічну ефективність, наочність та навчальну цінність.

Список використаних джерел

1. NetworkX Documentation. URL: https://networkx.org (дата звернення: 25.03.2026)
2. Tkinter GUI Programming by Example. URL: https://docs.python.org/3/library/tkinter.html (дата звернення: 25.03.2026)
4. Руснак М. А., Коцур М. П., Руснак О. В. (2020). Мережі та потоки : навч. посіб. Чернівці : Золоті литаври. С. 3–4.
5. Python & Matplotlib Visualization Guide. URL: https://matplotlib.org/stable/index.html (дата звернення: 25.03.2026)

Богдан Маковій
Науковий керівник – асист. Микитюк П.Д.

ПРО ПРАКТИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ ҐРУНТОВИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Широкі можливості застосування грунтових термоелектричних генераторів (ГТЕГ) зумовлені насамперед тим, що сучасні електронні пристрої мають низький рівень енергоспоживання, сумісний із потужністю, яку виробляє ГТЕГ. Ще однією перевагою ГТЕГ є його максимальна наближеність до споживача. Адже він може бути встановлений у ґрунт у будь-якому необхідному місці. Повна автономність, екологічна чистота, ресурс роботи 25-30 років суттєво розширюють сферу можливих застосувань ГТЕГ.

Відомо [1], що термоелектричний спосіб перетворення теплової енергії в електроенергію може мати економічні переваги перед традиційними електричними генераторами в таких випадках:

1) коли виникає потреба у високій надійності, автономності і великому ресурсі роботи джерела живлення;

2) для генерації малих (менших за 20 Вт) [1] потужностей, при яких застосування теплового двигуна неприйнятне з економічної точки зору;

3) при використанні низькопотенційної теплової енергії з максимальною температурою теплоносія нижчою за 100º С. За наявності значного ресурсу теплової енергії, як це має місце, наприклад, в оточуючому середовищі (ґрунті, воді, повітрі), вона не може бути використана традиційними способами через дуже низький коефіцієнт корисної дії (ККД) її перетворення в електроенергію;

4) при необхідності забезпечення живленням малопотужних (до кількох ват) пристроїв у віддалених, важкодоступних районах, де використання традиційних джерел живлення з їх регулярною заміною є дуже дороге.

Перспективні області застосування ГТЕГ, детально досліджені в [2], наведені на рис. 1.

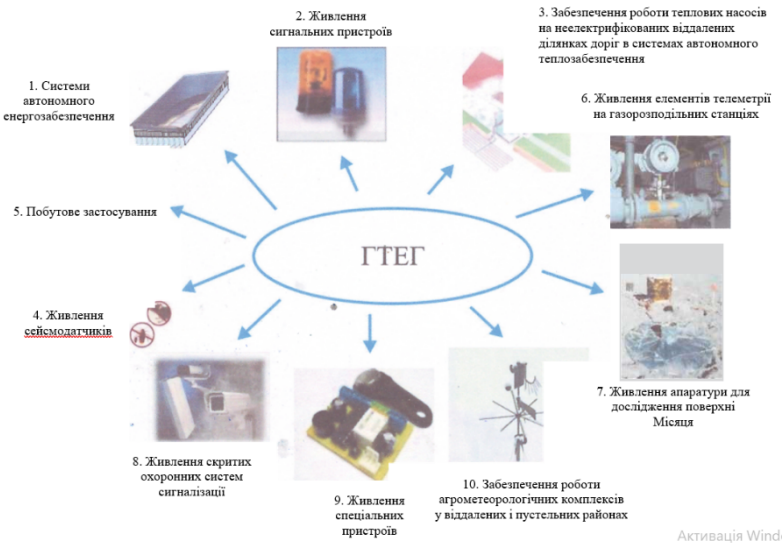


Рис. 1. Перспективні області застосування ГТЕГ

Наведені приклади можливих практичних промислових застосувань термоелектричних джерел живлення, на основі ГТЕГ» підтверджують їх інвестиційну привабливість та доцільність подальших досліджень для впровадження у виробництво.

Проведені в Інституті термоелектрики промислові випробування розробок із використанням ГТЕГ та впровадження його в якості джерела живлення для елементів живлення газової телеметрії підтверджують можливість виходу як на вітчизняний, так і на закордонний ринок з новим видом науково-технічної продукції, що не має аналогів.

Список використаних джерел

1. Микитюк П.Д., Микитюк О.Ю. (2024). Інвестиційна привабливість термоелектричних джерел живлення, що використовують низькопотенційну енергію оточуючого середовища. *Термоелектрика*. № 2. С.23-32.
2. Микитюк П.Д., Микитюк О.Ю. (2024). Термоелектрична термо- і теплометрія активного шару ґрунту. *Термоелектрика*. № 3. С.52-58.

Роман Макогон
Наукових керівник – доц. Горський М. П.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЕБПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ФІТНЕС-ТРЕКІНГУ ТА МОНІТОРИНГУ ХАРЧУВАННЯ

У сучасну добу цифрової трансформації та зростання уваги суспільства до здорового способу життя, створення ефективних онлайн-інструментів для підтримки фізичної форми стає одним із пріоритетних напрямків розвитку медичних та фітнес-технологій. Сучасні користувачі потребують не просто статичних щоденників, а інтелектуальних систем, здатних адаптуватися до індивідуальних параметрів організму та автоматизувати рутинні процеси збору даних.

Програмні рішення для фітнес-моніторингу мають специфічні особливості, що потребують впровадження технологій, здатних забезпечити динамічну візуалізацію прогресу, інтерактивні дашборди та інтеграцію з інтелектуальними сервісами аналізу даних. Ключовим викликом залишається автоматизація введення даних про спожиту їжу, оскільки ручний запис тривалий і часто призводить до втрати мотивації.

На ринку представлено широкий спектр фреймворків та архітектурних підходів, які відрізняються за швидкістю обробки даних, безпекою та гнучкістю масштабування. Вибір оптимального технологічного стеку для створення Full Stack додатка є важливим прикладним завданням, що передбачає аналіз продуктивності фронтенд-частини та стабільності серверної інфраструктури.

Актуальність цього питання зумовлена необхідністю поєднання високої швидкості розробки з потужними аналітичними можливостями штучного інтелекту, що вимагає використання сучасних Headless CMS та компонентно-орієнтованих бібліотек. У роботі досліджується реалізація системи на базі React JS для клієнтської частини та Strapi для управління контентом і логікою бекенду.

Серед переваг впровадження генеративного штучного інтелекту, зокрема моделей на кшталт Google Gemini API, у фітнес-додатки можна виділити:

- можливість миттєвого розпізнавання харчової цінності страв за допомогою інтелектуального аналізу вхідних даних, що мінімізує потребу в ручному введенні;
- формування персоналізованих цілей (калорійність, активність) на основі введених антропометричних даних користувача (вік, вага, зріст);
- ефективність візуалізації великих обсягів даних за допомогою інтерактивних графіків, що стимулює довгострокове утримання користувачів на платформі.

Отже, поєднання сучасних вебтехнологій та інструментів штучного інтелекту сприяє створенню адаптивних систем, які значно підвищують точність моніторингу стану здоров'я та забезпечують новий рівень користувацького досвіду.

Список використаних джерел

1. Дослідження системи розпізнавання їжі (Nutrisync): Nutrisync-The Smart Nutrition App. International Journal of Scientific Research and Engineering Development. 2025. Vol. 8, Issue 2. P. 385. URL: https://www.ijsred.com/volume8/issue2/IJSRED-V8I2P385.pdf
2. Огляд ШІ-інструментів для оцінки харчування: Navigating next-gen nutrition care using artificial intelligence-assisted dietary assessment tools – a scoping review. Semantic Scholar. 2025. URL:https://pdfs.semanticscholar.org/1e06/537cf398ca016f37ce6528efbe6a5145fc99.pdf
3. Наукове обґрунтування архітектури Headless CMS: Eassa A. M. Optimizing Web Application Development: A Proposed Architecture Integrating Headless CMS and Serverless Computing. ResearchGate. 2024.URL:https://www.researchgate.net/publication/385759157_Optimizing_Web_Application_Development_A_Proposed_Architecture_Integrating_Headless_CMS_and_Serverless_Computing
4. Проектування масштабованих веб-додатків: Designing Composable Enterprise Web Architecture Using Headless CMS. IADIER Academy Journals. URL: https://iadier-academy.org/index.php/IJFIST/article/download/214/149

Ангеліна Максимчук
Науковий керівник – доц. Кройтор О. П.

ТЕХНІКА «КІНУСАЙГА» НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ

Сучасний урок технологій у закладах загальної середньої освіти орієнтований на досягнення конкретного практичного результату та формування ключових компетентностей учнів. Відповідно до положень Державного стандарту базової середньої освіти, навчально-пізнавальна діяльність має інтегрувати творчість, екологічну свідомість та суто практичні вміння школярів [1]. В умовах Нової української школи акцент поступово зміщується з репродуктивного виконання типових завдань на вільний творчий пошук, де кожен учень може відчути себе справжнім митцем і новатором. Це вимагає від учителя застосування таких методик, які не лише розвивають навички, а й дарують радість від процесу творення.

Сучасні освітні реалії вимагають пошуку нових, безпечних та ефективних інструментів, які б зацікавили сучасного підлітка. Для учнів 5-6 класів таким дієвим комплексним засобом є виконання проєктів у техніці «Кінусайга» (печворк без голки). Сучасні дослідники, зокрема М. Мавроді та В. Усов, зазначають, що використання цієї незвичної техніки в проєктно-технологічній діяльності є чудовим методом розвитку творчих здібностей учнів [2, с. 62]. Ця традиційна японська техніка створення картинок, яка в адаптованому шкільному варіанті виконується з будь-яких доступних клаптиків тканини, перетворює рутину на захопливу гру кольорів та фактур. Практична цінність кінусайги на уроках технологій полягає у її абсолютній безпечності (повністю виключається етап зшивання тканин голками), економічній доцільності (використання залишків тканин і вторинного пінопласту як основи) та швидкому досягненні високоестетичного результату, що стає потужним мотиватором для учнів до подальшої праці.

Робота над практичним виробом організовується чітко поетапно відповідно до вимог Модельної навчальної програми [3]. Під час реалізації проєкту виділяють такі етапи:

1. Організаційно-підготовчий етап передбачає створення графічного ескізу майбутнього виробу та вибір необхідних матеріалів.
2. Конструкторський етап включає перенесення ескізу на пінопластову основу за допомогою копіювального паперу та прорізання робочих канавок. Оскільки цей етап передбачає використання ріжучих інструментів, обов'язковим є проведення інструктажу з техніки безпеки.
3. Технологічний етап охоплює розкрій тканинних клаптиків із необхідним припуском (1-1,5 см) та безпосереднє заправлення їх у прорізані канавки. Цю операцію виконують за допомогою інструментів (дерев'яні або пластикові стеки для ліплення, манікюрні апельсинові палички) [4, с. 112].
4. Заключний етап та критерії оцінювання результатів. На цьому етапі відбувається остаточне оформлення готової роботи та її публічна презентація.

Впровадження незвичної та яскравої техніки кінусайга на уроках технологій у закладах середньої освіти перетворює звичайний урок на справжню творчу майстерню. Систематичне виконання проєктів розкриває творчий потенціал учня, формує художній смак, гнучкість та здатність до нестандартного мислення.

Список використаних джерел

1. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова КМУ від 30.09.2020 № 898. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text.
2. Мавроді М. І., Усов В. В. (2024). Розвиток творчих здібностей учнів за допомогою техніки «кінусайга» в проєктно-технологічній діяльності. *Сучасні інноваційні технології в дизайні* . Одеса: ПНПУ ім. К.Д. Ушинського. С. 61–64. URL: http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/19716/1/61-64.pdf.
3. Модельна навчальна програма «Технології. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Ходзицька І. Ю. та ін.). Рекомендовано МОН України (наказ від 12.07.2021 № 795). Київ, 2021. 30 с.
4. Коберник О. М., Сидоренко В. К. (2025). Методика навчання технологій у школі : навч. посіб. Житомир, 692 с. URL: https://eprints.zu.edu.ua/46410/1/1.pdf

Ірина Марищак
Науковий керівник – асист. Дмитращук К. М.

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА КЛІЄНТСЬКОЇ ЧАСТИНИ ВЕБПЛАТФОРМИ «AUTORENT»

У сучасних умовах розвитку вебтехнологій важливим завданням є створення зручних, адаптивних та функціональних користувацьких інтерфейсів для онлайн-сервісів. Особливо актуальне це для платформ автомобільної тематики, де користувач повинен швидко знаходити потрібний транспортний засіб, переглядати його характеристики, взаємодіяти з іншими учасниками системи та виконувати цільові дії, пов’язані з орендою або купівлею автомобіля. У роботі розглянуто розробку клієнтської частини вебплатформи «AutoRent», призначеної для оренди, продажу та обміну автомобілів. Основну увагу зосереджено на проєктуванні структури інтерфейсу, побудові сторінок користувацької взаємодії, реалізації адаптивного дизайну, багатомовної підтримки та забезпеченні зручної взаємодії між клієнтською частиною і серверною логікою.

Для реалізації клієнтської частини вебплатформи використовуються такі технології:

- TypeScript як мова програмування для підвищення безпеки та надійності клієнтського коду;
- React для побудови інтерактивного інтерфейсу на основі компонентного підходу;
- Next.js для організації маршрутизації, серверного рендерингу та поєднання клієнтських і серверних компонентів;
- Tailwind CSS для швидкої розробки адаптивного дизайну та уніфікації стилістики інтерфейсу;
- next-intl для реалізації багатомовного інтерфейсу українською та англійською мовами;
- NextAuth.js для інтеграції механізмів автентифікації та відображення інтерфейсу відповідно до ролі користувача;
- Playwright для перевірки коректності основних користувацьких сценаріїв взаємодії з інтерфейсом.

Реалізований функціонал клієнтської частини охоплює основні сценарії роботи користувача з платформою. На головній сторінці реалізовано презентаційний блок, швидкий перехід до пошуку автомобілів та відображення актуальних оголошень. Для каталогу автомобілів створено сторінки з фільтрацією, сортуванням і переглядом детальної інформації про транспортний засіб. Інтерфейс картки автомобіля містить фотографії, технічні характеристики, вартість, кнопки взаємодії для оренди, запису на огляд, додавання в обране та переходу до комунікації з власником.

Отже, у межах роботи було розроблено клієнтську частину сучасної вебплатформи автомобільної тематики з використанням актуального технологічного стеку. Отриманий результат може бути використаний як основа для подальшого розвитку цифрових сервісів у сфері автомобільних послуг.

Список використаних джерел

1. Next.js Documentation. URL: https://nextjs.org/docs
2. React Documentation. URL: https://react.dev/
3. Tailwind CSS Documentation. URL: https://tailwindcss.com/docs
4. TypeScript Documentation. URL: https://www.typescriptlang.org/docs/
5. next-intl Documentation. URL: https://next-intl.dev/

Валерія Маркелова
Науковий керівник – доц. Томка Ю. Я.

АСПЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТОВИХ ВІДГУКІВ

Онлайн-відгуки є основним джерелом зворотного зв'язку для сервісних платформ. Проте їх ручна обробка в умовах великих обсягів даних неефективна. Стандартні методи аналізу тональності визначають лише загальну полярність тексту, не розкриваючи ставлення до конкретних характеристик об'єкта [1]. Дослідження присвячено розробці системи аспектно-орієнтованого аналізу тональності (ABSA), що визначає оцінку відгуків за окремими аспектами food, service, place.

Вхідним датасетом слугують відгуки про ресторани з Kaggle, що містять змішані мови, орфографічні помилки, емодзі та нестандартне форматування, що максимально наближає його до умов реальної платформи. Попередня обробка реалізована як послідовний конвеєр: видалення URL-адрес, NFKC-нормалізація Unicode та конвертація емодзі у текст, автоматичне виправлення орфографії через SpellChecker, визначення мови через langdetect, токенізація, видалення стоп-слів та лематизація з виділенням аспектних словосполучень (ADJ+NOUN, NOUN+ADJ) засобами spaCy та NLTK.

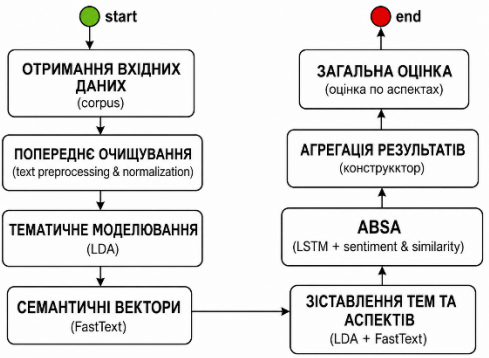


Рис. 1. Архітектура системи ABSA

Виявлення аспектів реалізовано гібридним підходом. Тематична модель LDA (3 теми, 400 ітерацій) на базі Gensim виявила, що ключовими словами у кожній темі є саме food,

service та place, що підтвердило коректність вибору аспектів. FastText-модель (vector_size=100, window=5, skip-gram) формує векторні представлення слів з урахуванням морфологічної будови; схожість між токенами відгуку та кожним аспектом обчислюється як середня косинусна схожість. Теплова карта LDA↔ FastText-схожості підтвердила стійке відповідно тем до аспектів.

Класифікацію тональності виконує двонаправлена LSTM з попередньо навченими FastText-ембедінгами (frozen weights): embedding-шар, BiLSTM (hidden_dim=128), два повнозв'язні шари (256→128→1) та Dropout(0.3). Мітки формуються бінарно: рейтинги 4–5 — позитивний клас, 1–3 - негативний; батчі - через MyCollate з паддінгом до MAX_LEN=20. Оцінка аспекту поєднує прогноз тональності LSTM та схожість FastText за формулою: combined = sentiment × similarity [2].

Навчання проводилось з 5-fold крос-валідацією (30 епох, SGD, lr=0.1, BCELoss): тренувальна точність зростала з 60-62 % до 81–82 %, валідаційна – з 57–68 % до 79–85 %, перенавчання мінімальне. Найстабільніший результат – у fold 1, найбільші коливання – у fold 3. Система агрегує аспектні оцінки по ресторанах у вигляді середніх показників та теплових карт.

Розроблена система демонструє ефективність підходу LDA+ FastText+BiLSTM для ABSA без трансформерних архітектур, забезпечуючи компактність та придатність до локального розгортання. Пріоритетними напрямами розвитку є адаптація до платформи TaleWorld, збір власного датасету та дослідження attention-механізмів для підвищення інтерпретованості.

Список використаних джерел

1. Zhang W., Li X., Deng Y., Bing L., Lam W. (2022). A Survey on Aspect-Based Sentiment Analysis: Tasks, Methods, and Challenges. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. Vol. 35. P. 11019–11038. DOI: 10.1109/TKDE.2022.3230975.
2. Bojanowski P., Grave E., Joulin A., Mikolov T. (2017). Enriching Word Vectors with Subword Information. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*. Vol. 5. P. 135–146. DOI: 10.1162/tacl_a_00051

Денис Меленко
Науковий керівник – доц. Талах М.В.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА РОЗШИРЕННЯ МОДЕЛІ СКІНЧЕННОГО АВТОМАТА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ІГРОВОЇ СЕСІЇ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Управління станом у розподілених системах реального часу є нетривіальною задачею: стан має зберігатись персистентно і водночас синхронізуватись між клієнтами без затримки [1]. У платформі HackathonGame (ASP.NET Core + SignalR) аналіз коду SessionHub.cs і RoundsController.cs виявляє неявно закладену модель скінченного автомата (FSM). Мета роботи – її формалізація, розширення та пропозиції щодо верифікації і підвищення надійності. Шість типів подій у коментарях SessionHub (SessionUpdated, TeamRegistered, TimerTick, RoundStarted, RoundEnded, Announcement) є фактичними переходами між станами. Формалізуємо як $M = (S, \Sigma, \delta, s_0, F)$, де S = {Created, Registration, Active, Paused, Completed}, s_0 = Created, F = {Completed}.

Базова модель має 2 недоліки: не враховує помилкові переходи (start_round без команд переведе сесію в Active без учасників) та не розрізняє таймерне завершення раунду від явного. Запропоновано розширення до 7 станів: $S' = S \cup$ {RoundEnding, Error}, де RoundEnding – перехідний стан для збереження форм і нарахування балів, а Error – поглинаючий стан для заборонених переходів [2]. Ключові переходи: Registration → Error при start_round [teams=0]; Active → RoundEnding при TimerTick [remaining=0]; Active → Active (самоперехід) при TimerTick [remaining>0] (Рис. 1).

Для явного кодування автомата запропоновано клас SessionStateMachine з методами CanTransition і ApplyTransition, що замінює розпорошені if-перевірки єдиним centralized guard. Це спрощує тестування до O(|Σ|) кейсів. Верифікація коректності здійснюється через матрицю досяжності R[7×7]; для складніших розширень – через TLA+ з model checker TLC [3].

При масовому перепідключенні клієнтів кожен надсилає GET /api/sessions/{code}/state з Include(s => s.Teams). ThenInclude

(t => t.Members), створюючи N паралельних JOIN-запитів до PostgreSQL. Кешування snapshot стану (IMemoryCache, TTL 5–10 с) знижує навантаження у ~50 разів. POST-ендпоінти /rounds/start і /rounds/next не ідемпотентні, тому рекомендується додати заголовок Idempotency-Key з кешуванням результату на 60 секунд [4].

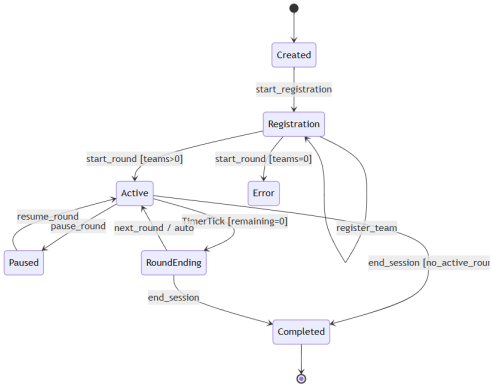


Рис. 1. Діаграма станів розширеної FSM ігрової сесії

Розширена FSM усуває два gap базової моделі: обробку заборонених переходів і таймерне завершення раунду. Клас SessionStateMachine централізує логіку переходів і спрощує тестування. Reachability-матриця є легковагим засобом верифікації коректності автомата на ранніх етапах. Кешування snapshot і idempotency-ключі підвищують надійність системи при мережевих збоях.

Список використаних джерел

1. Sharma N., Agarwal R. (2023). HTTP, WebSocket, and SignalR: A Comparison of Real-Time Online Communication Protocols. MIKE. LNCS, vol. 13924. *Springer*.
2. Murley P., Ma Z., Mason J. et al. (2021). WebSocket Adoption and the Landscape of the Real-Time Web. Proc. *WWW 2021 ACM.* P. 1192–1203.
3. Velepucha V., Flores P. (2023). A Survey on Microservices Architecture: Principles, Patterns and Migration Challenges. *IEEE Access.* Vol. 11. P. 88339–88358.
4. Fielding R. et al. (2022). HTTP Semantics. RFC 9110. IETF.

Ірина Мелещук
Науковий керівник – доц. Жихаревич В. В.

ПРОГРАМНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СКЛАДАННЯ ПАЗЛІВ ТИПУ «УГОРСЬКІ КІЛЬЦЯ»

Актуальним напрямком досліджень в сфері систем штучного інтелекту залишається пошук нових методів рішення різноманітних інтелектуальних ігрових задач. Однією з таких задач є складання перестановочної головоломки-пазлу «Угорські Кільця» [1].

В класичному вигляді головоломка складається з двох кілець, що перетинаються, утворених множиною кольорових кульок. Кільця з кульками перетинаються в двох місцях, тому дві кульки для них є спільними. Кожне кільце з кульками можна обертати, перемішуючи таким чином кульки. Мета пазлу полягає в тому, щоб перемішати кульки випадковим чином, а потім знову зібрати їх так, щоб кожний колір утворив неперервну послідовність.

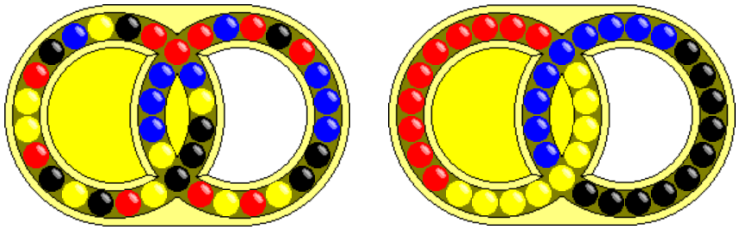


Рис. 1. Випадковий стан пазлу (зліва) та цільовий стан (справа)

Кількість конфігурацій версії «Угорських кілець», що складається з 38 кульок чотирьох кольорів, становить [2]:

$$\frac{38!}{(2\cdot 9!\cdot 10!)^2} = 75\,406\,424\,215\,922\,599\,800$$

Причому існує 8 можливих рішень (цільових станів).

Найбільш розповсюдженим підходом до складання даного пазлу, як і будь-якої іншої перестановочної головоломки, є

реалізація окремих покрокових стадій, кожна з яких досягає окремих проміжних цілей на шляху до кінцевого цільового стану. Активно ведуться пошуки нових методів складання, наприклад, використовуючи моделі навчання агентів у просторі станів [3].

Мета нашої роботи – створення програмного середовища для дослідження методів складання пазлів типу «Угорські Кільця». При цьому користувач повинен мати можливість формувати кільця довільної геометрії та кількості множин кульок однакового кольору. Передбачається також складання пазлів як в ручному, так і в автоматичному режимах. В другому випадку планується реалізувати як мінімум два методи складання:

1) декомпозиція процесу складання пазлів на окремі етапи;

2) клітинно-автоматний механізм складання [4].

Перший підхід, по суті, є імітацією алгоритму складання, яким керується людина. Другий підхід передбачає представлення пазлу як деякого клітинно-автоматного поля та формування множини правил взаємодії клітинних автоматів. Одним із способів формування правил поведінки клітинних автоматів може бути накопичення множин оборотних функцій, що забезпечують досягнення кінцевої або проміжної цілі гри, виходячи із певних конфігурацій ігрового поля.

Для аналізу статистичних характеристик різних методів складання пазлів передбачається реалізація відповідного інструментарію.

Список використаних джерел

1. Jamie Mulholland. (2021). Permutation Puzzles: A Mathematical Perspective. Self Published. 337 p.
2. Jaap's Puzzle Page / Hungarian Rings. URL: https://www.jaapsch.net/puzzles/rings.htm
3. Bartók G., Szepesvári C., Zilles S. (2010). Models of active learning in group-structured state spaces. *Information and Computation.* Vol. 208, no. 4. P. 364–384.
4. Stef van Dijk. (2017). Solving Puzzles using Cellular Automata. Bachelor thesis. *Leiden Institute of Advanced Computer Science*. 43 p.

Максим Мелінтій
Науковий керівник – доц. Газдюк К.П.

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСТОРАНОМ ІЗ ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ ЗАЛУ ТА РОЗПОДІЛОМ РЕСУРСІВ

З розвитком інформаційних технологій та цифровізації бізнес-процесів програмні системи автоматизації знаходять широке застосування у сфері обслуговування, зокрема в ресторанному бізнесі. Сучасні заклади харчування потребують ефективних інструментів для управління клієнтами, персоналом, замовленнями та ресурсами, що дозволяє підвищити якість обслуговування та оптимізувати внутрішні процеси [1].

Одним із ключових завдань ресторанного менеджменту є організація роботи залу, зокрема управління столами, розподіл навантаження між офіціантами та контроль за статусом обслуговування клієнтів. Традиційні підходи, що базуються на паперових записах або неінтегрованих програмних рішеннях, є малоефективними, оскільки не забезпечують актуальність даних у реальному часі та ускладнюють координацію персоналу [2].

Існуючі системи автоматизації ресторанів зазвичай включають окремі модулі для обліку замовлень, бронювання столів та управління персоналом. Проте такі рішення часто не мають єдиної інтегрованої візуальної моделі залу, що дозволяла б у режимі реального часу відображати стан столів, їх зайнятість та закріплення за конкретними офіціантами. Відсутність такої функціональності ускладнює оперативне прийняття рішень та знижує ефективність обслуговування клієнтів [2].

У зв’язку з цим актуальним є розроблення інтегрованої системи управління рестораном, яка поєднує функції обліку клієнтів, персоналу, замовлень та бронювання із візуалізацією структури залу. Така система дозволяє відображати розташування столів у вигляді інтерактивної схеми, визначати їхній поточний статус (вільний, зайнятий, заброньований), а також призначати відповідальних офіціантів. Завдяки цьому забезпечується більш ефективний розподіл ресурсів та підвищується швидкість обслуговування.

Особливістю запропонованого підходу є інтеграція різних функціональних модулів у єдину інформаційну систему. Зокрема, модуль управління персоналом дозволяє здійснювати реєстрацію офіціантів і визначати їхні ролі, тоді як модуль управління столами забезпечує контроль за їхнім станом і розташуванням. Модуль бронювання дозволяє планувати завантаженість залу, а модуль аналітики – оцінювати ефективність роботи закладу на основі зібраних даних [3].

Окрему увагу в роботі приділено вибору технологій реалізації програмного продукту. Для розробки серверної частини використовується платформа Node.js, яка забезпечує ефективну обробку великої кількості одночасних запитів і підтримує асинхронну модель виконання. Для зберігання даних застосовується система керування базами даних PostgreSQL, що забезпечує надійність, масштабованість та підтримку складних запитів. Взаємодія між клієнтською та серверною частинами реалізується за допомогою REST API, що дозволяє забезпечити гнучкість і розширюваність системи. Для контейнеризації та спрощення розгортання застосовується технологія Docker [1].

Отже, розробка інтегрованої системи управління рестораном із візуалізацією залу є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності роботи закладів харчування. У межах даної роботи здійснюється дослідження та реалізація такої системи, зокрема розглядаються підходи до організації даних, взаємодії між модулями, а також оцінюється вплив різних факторів на продуктивність та зручність використання програмного продукту.

Список використаних джерел

1. Sommerville I. (2016). *Software Engineering*. 10th ed. Pearson Education.
2. Laudon K. C., Laudon J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. Pearson.
3. Wiersema M. (2018). *Restaurant Management: Customers, Operations, and Employees*. Pearson.

Михайло Мельник
Науковий керівник – доц. Браїловський В.В.

ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛІВ LORA В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ

З урахування викликів сьогодення питання розроблення систем дистанційного керування з низьким енергоспоживання та високим рівнем завадостійкості не тільки актуальне, а в багатьох випадках життєво необхідне.

Широко відома в даний час технологія LoRa (Long Range) є технологією бездротового зв'язку[1]. Назва цієї технології буквально означає «довгий радіус дії». По суті це це фізичний рівень передачі даних, який використовується в системах IoT (Internet of Things) для зв'язку на великих відстанях із дуже малим енергоспоживанням

Технологія LoRa базується на використанні принципу «розтягування» сигналу (chirp). В англомовній літературі цей принцип отримав назву CSS (Chirp Spread Spectrum, Саме цей принцип забезечив можливість працювати при дуже слабких сигналах, які навіть нижче рівня шуму. Останній фактор є визначальним в питанні забезпечення завадостійності та надійності системи радіозвязку на веливі відстані (2–5 км в умовах міста та 10–15 км на відкритій місцевості) при вихідній потужності передавача декілька сотень міліват. До переваг варто віднести низько виражену поляризацію сигналу, що затрудняє пеленгування об'єктів під час керування ним

З терміном LoRa тісно повязаний термін LoRaWAN. Якщо термін LoRa відображає фізичний рівень (радіосигнал), то термін LoRaWAN фактично означає мережевий протоколом, який відображає реалізацію процессу передачі даних. Технологія LoRa як різновид радіозв'язку використовується для передачі невеликих обсягів даних на великі відстані з мінімальним споживанням енергії. Наприклад, передача сигналів телеметрії, агро-моніторинг, облік води/газу/електрики, smart city (лічильники, освітлення). Водночас така система не забезпечує можливості передачі значних обсягів інформації тобто не можуть використовуватись для передачі відео чи навіть аудіосигналів.

Відома ситсема FrSky R9M є системою радіоконтролю дальньої дії від компанії FrSky. В цій системі використовуються частоти 868 та 900 МГц. При вихідній потужності передавача в 1 ват забезпечується передача даних на відстані більше 10км [2].

Інший це некомерційний проєкт «QCZEK LRS» заснований на модулі LORA SX1278 [3]. LoRa модулі з програмою QCZEK, при потужності 200 мВт та частотою 433МГц забезпечують дальність зв'язку на відстані до 40 км за умови прямої видимості. При використанні потужності 1 Вт досягнуто дальності передачі радіосигналі 80 км.

Відома система радіоуправління ExpressLRS розроблялася як Opensource проєкт. Вона характеризується високою частотою оновлення пакетів, забезпечуючи значну дальність радіозв'язку. Випробування показали, що при потужності передавача 100 мВт дальність передачі становить 33 км [4,5].

Системи керування LoRa доцільно використовувати в задачах, які не вимагають швидкої реакції, наприклад для керування об'єктами з відносно малими швидкостями переміщень. Завдяки захищеності каналу радіозв'язку та низько вираженій поляризації сигналу такі об'єкти, керовані системою LoRa, можна використовувати для військових цілей.

Список використаних джерел

1. LoRa PHY | Semtech [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : https://www.semtech.com/lora/what-is-lora (дата звернення: 28.01.2026).
2. R9M 2019 - FrSky - Lets you set the limits [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.frsky-rc.com/product/r9m-2019/ (дата звернення: 14.02.26)
3. 2023QCZEK LRS – technical specification – Qczek RC Blog [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : https://qczek.beyondrc.com/qczek-lrs-433mhz-1w-lora-rc-link/qczek-lrs-technical-specyfication/ (дата звернення: 28.01.2026).
4. MAVLink Developer Guide MavLink [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : https://mavlink.io/en/ (дата звернення: 28.01.2026).
5. TBS CROSSFIRE TX – LONG RANGE R/C TRANSMITTER [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.teamblacksheep.com/products/prod:crossfire_tx (дата звернення: 28.01.2026).

Анатолій Мельничук
Науковий керівник – проф. Головацький В.А.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА ПЕРЕРІЗ ФОТОІОНІЗАЦІЇ ВОДНЕПОДІБНОЇ ДОМІШКИ В ЛІНЗОПОДІБНІЙ КВАНТОВІЙ ТОЧЦІ

Лінзоподібні квантові точки (ЛКТ) займають особливе місце в наноелектроніці та фотоніці завдяки своїй геометрії. На відміну від сферичних колоїдних точок, ЛКТ мають плоску основу, що забезпечує кращий електричний контакт із підкладкою та полегшує їх інтеграцію в логічні схеми, транзистори та фотодетектори. Можливість керування спектральними властивостями таких структур за допомогою зовнішніх полів є критично важливою для розробки високоефективних оптоелектронних пристроїв.

У роботі розглянуто дві моделі ЛКТ на основі GaAs: сферичний сегмент та напівеліпсоїд, які мають однаковий об’єм та висоту.

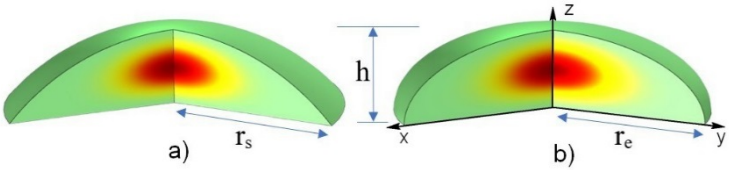


Рис.1. Геометрична схема лінзоподібної квантової точки: сферичний сегмент (а); напівеліпсоїд (б)

Для знаходження енергетичного спектра та хвильових функцій електрона з мілкою донорною домішкою використовувалися два підходи: чисельний метод скінченних елементів (середовище COMSOL Multiphysics) для моделі сферичного сегмента та матричний метод, базований на точних розв’язках для напівеліпсоїда у сфероїдальних координатах.

На основі отриманих даних розраховано енергію зв’язку домішки та ефективний переріз фотоіонізації під впливом зовнішнього електричного поля, спрямованого вздовж осі симетрії наноструктури.

$$\sigma(\hbar\omega) = \frac{4\pi^2}{n_r}\left(\frac{F_{eff}}{F_0}\right)^2 \beta_{FS}\hbar\omega \sum_f \left|M_{1f}\right|^2 \delta\left(E_b^{1s-f} - \hbar\omega\right),$$

де $M_{1f} = \left\langle \psi_{1s}^{Z=1} | \vec{r} \cdot \vec{n}_e | \psi_f^{Z=0} \right\rangle$ – матричний елемент квантового переходу з основного стану електрона в квантовій точці з домішкою в квантовий стан *f* без домішки.

Встановлено, що енергія зв'язку суттєво залежить від положення домішки (z_{imp}) та напруженості електричного поля (F). Якщо поле зміщує електрон до іона домішки, енергія зв’язку зростає; у протилежному випадку – зменшується. Порівняння моделей показало, що енергії в напівеліпсоїдній ЛКТ дещо нижчі, ніж у сферичному сегменті, проте різниця не перевищує 4%.

Залежність перерізу фотоіонізації домішки від енергії фотона має піковий характер. Положення піків збігається зі значеннями енергії зв’язку, а їхня висота визначається дипольними моментами квантових переходів.

Напрямок електричного поля кардинально змінює оптичні властивості:

При F>0 (поле вздовж осі Oz) матричні елементи переходів у збуджені стани прямують до нуля, що призводить до зменшення ефективного перерізу фотоіонізації.

При F<0 (поле до основи точки) спостерігається різке зростання перерізу фотоіонізації для всіх переходів, крім переходу в основний стан. Максимальні значення перерізу досягаються для переходів у високоенергетичні збуджені стани (*f*=4 та *f*=6).

Дослідження продемонструвало, що електричне поле та розташування домішки є ефективними інструментами для маніпулювання характеристиками фотоіонізації в ЛКТ. Отримана хороша узгодженість результатів обох методів підтверджує можливість використання напівеліпсоїдної моделі як адекватного аналітичного наближення для опису властивостей реальних лінзоподібних наноструктур.

Список використаних джерел

1. Holovatsky V, Holovatskyi I, Makhanets O. (2025). Electric field effect on photoionization cross-section of hydrogenic impurity in lens-shaped quantum dot. *Mol Cryst Liq Cryst*. Published online July 29, p. 1-10.

Крістіна Мендришора
Науковий керівник – доц. Воробець Г.І.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ ВРАЗЛИВИХ КАТЕГОРІЙ НАСЕЛЕННЯ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ ПРОСТОРОВОГО ТРЕКІНГУ

У теперішній час, коли світ дедалі більше змінюється і з'являються нові непередбачувані ситуації, контроль за безпекою вразливої категорії населення (дітей, людей літнього віку, підлітків та ін.) стає дедалі складнішою задачею. Традиційних методів моніторингу для забезпечення швидкої реакції в критичній ситуації вже більше недостатньо. Згідно із сучасними дослідженнями, від 33% до 69% сімей уже використовують цифрові технології відстеження місцезнаходження (Digital Location Tracking) для убезпечення членів родини [1, 2]. Проте наявні рішення не надають необхідного рівня інтерактивності й оперативності рішень. Тому існує попит на інноваційні методи миттєвої передачі інформації про локацію та сповіщення про небезпеку.

Аналіз комерційних GPS-трекерів дозволяє виявити низку критичних недоліків: висока вартість абонентської плати за хмарні сервіси, відсутність засобів активного впливу на ситуацію безпосередньо на місці подій, обмежений функціонал. Більшість пристроїв можуть працювати тільки в режимі, який надає координати і ніяк не взаємодіє з оточенням. У такому випадку це не дає можливості іншим зрозуміти, що виникла небезпечна ситуація.

Саме тому і з'явилася необхідність у вдосконаленні існуючих концепцій і розширенні контролю, що включає не лише відстеження, а й активне звукове та візуальне сповіщення. Технічна реалізація запропонованого апаратно-програмного комплексу базується на використанні енергоефективного і компактного мікроконтролера ESP32, який виступає центральним вузлом обробки даних. Для забезпечення точних географічних координат інтегровано GPS (Global Positioning System) модуль NEO-6M, а передача інформації у хмарне середовище здійснюється через GSM (Global System for Mobile communications) модуль SIM800L, що гарантує автономність пристрою незалежно від наявності мереж Wi-Fi, оскільки пристрій

приєднується до мережі Інтернет через GPRS. Для розширення функціоналу в систему впроваджено акселерометр, що дозволяє фіксувати аномальні рухи, та мікрофон для аудіоконтролю оточення. Для забезпечення стабільної роботи, навіть при відправці екстрених сигналів чи навантажені від голосових дзвінків, необхідне використання літій-іонного акумулятора разом із імпульсним перетворювачем LM2596, щоб стабілізувати напругу на рівні 4 В та забезпечити струми до 2 А.

Програмна частина системи інтегрована з хмарною NoSQL – базою даних Google Firebase Realtime Database, що дозволяє синхронізувати інформацію про координати, стан заряду акумулятора та статус активності трекера з додатком опікуна в режимі реального часу. Особливістю застосунку є можливість вибору профілю користувача («Дитина» чи «Людина похилого віку»), що змінює реакцію на аномально різкі прискорення. Ключовою функцією є можливість змінювати кордони «безпечної» геозони, що будується на основі формули гаверсинуса, яке при виході об'єкта за межі дистанції активує звуковий сигнал на трекері та дозволяє здійснити дзвінок на пристрій для розуміння ситуації. У разі натискання кнопки SOS (утримання понад 3 секунди) додаток автоматично відкривається поверх інших вікон смартфону та генерує екстрене звукове сповіщення.

Отже, розроблене рішення дозволяє значно підвищити рівень безпеки і розширити додатковий функціонал завдяки поєднанню методів активного сповіщення, адаптивного моніторингу і розпізнавання падінь. Упроваджений функціонал робить систему інтерактивним інструментом захисту. Як перспективу для подальшого розширення передбачається інтегрування біометричних датчиків для безпосереднього моніторингу життєвих показників (наприклад пульсу, температури) та більший діапазон вибору того для кого цей трекер призначений – спортсмени, діти, люди з особливими потребами, тощо.

Список використаних джерел

1. Davis I. S., Thornburg M. A., Patel H., Pelham W. E. (2024). Digital Location Tracking of Children and Adolescents. Clin Child Fam Psychol Rev. Vol. 27(4). P. 943–965.
2. Chaudhari A. et al. (2025). Child Safety Device for Location Tracking. IJSRED. Vol. 8, Issue 6.

Борис Метельський
Науковий керівник – асист. Прибила А.В.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ РЕКУПЕРАТОРІВ ТЕПЛА

Рекуперація відпрацьованого тепла – важлива задача сучасної енергетики, оскільки значна частина теплової енергії промислових установок, двигунів внутрішнього згорання і теплообмінного обладнання (потужність якої оцінюється в 10^{10} Вт) просто розсіюється в оточуюче середовище. Для діапазону температур близько 50–500 °C перспективними є термоелектричні рекуператори, які безпосередньо перетворюють тепловий потік в електричну енергію і при цьому не містять рухомих частин і можуть бути інтегровані в існуючі теплотехнічні системи [1, 2].

Одним із шляхів підвищення ефективності таких пристроїв є застосування сегментованих перетворювачів, у яких p- та n-гілки формуються із кількох термоелектричних матеріалів, послідовно розміщених уздовж теплового потоку. Це дає змогу використати переваги матеріалів, оптимальних для різних діапазонів температур. Водночас для практичного використання таких рекуператорів недостатньо орієнтуватися лише на енергетичний ККД, оскільки відповідно до умови задачі, ми використовуємо відходи тепла.

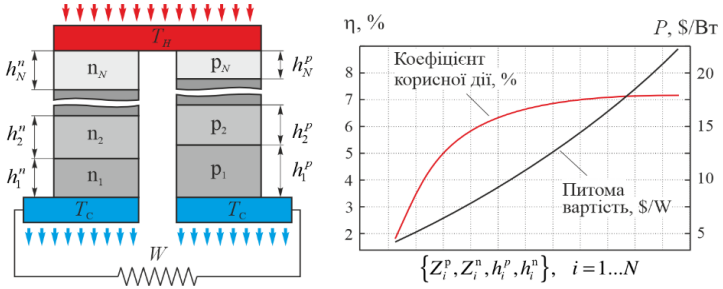


Рис. 1. Фізична модель N-сегментного рекуператора тепла та цільові функції оптимізації: T_H, T_C – гаряча та холодна температури рекуператора, W – вихідна електрична потужність

У цьому випадку критерієм оптимізації є економічні показники, зокрема коефіцієнт окупності термоелектричного генератора [2].

Першочерговою задачею роботи був вибір оптимальних параметрів сегментного рекуператора: кількості сегментів, набору матеріалів для p- та n-гілок (Z_i^{p} і Z_i^{n}), послідовності їх розташування та висот h_i^{p} і h_i^{n}. Як цільові функції розглядаються: максимізація ККД η та мінімізація питомої вартості P, \$/W у залежності від множини параметрів $\left\{Z_i^{\text{p}}, Z_i^{\text{n}}, h_i^{p}, h_i^{\text{n}}\right\}$(рис.1). Така постановка задачі дала змогу оцінювати конструкцію не лише з енергетичної, а й з техніко-економічної точки зору.

У роботі запропоновано підхід, що поєднує методи машинного навчання та чисельне моделювання. LLM-підхід використано для пошуку, вилучення й систематизації з наукових публікацій температурних залежностей α(T), σ(T), κ(T), zT(T), робочих температурних інтервалів та оцінок вартості матеріалів [3, 4]. На основі сформованої бази даних побудовано модель швидкого попереднього відбору конфігурацій сегментних рекуператорів і здійснено їх комп'ютерне моделювання в середовищі програми COMSOL Multiphysics.

Крім того, розроблені методи дозволяють розв'язувати обернену задачу проєктування – для заданих граничних умов вибирати найкращі матеріали та розміри сегментів, що забезпечують найвищу енергетичну та економічну ефективності.

Список використаних джерел

1. Anatychuk L. I., Lysko V. V., Prybyla A. V. (2022). Rational areas of using thermoelectric heat recuperators. *Journal of Thermoelectricity*. № 3–4. P. 43–67. DOI: 10.63527/1607-8829-2022-3-4-43-67.
2. Anatychuk L. I., Prybyla A. V., Korop M. M., Kiziuk Yu. I., Konstantynovych I. A. (2024). Thermoelectric power sources using low-grade heat: Part 1. *Journal of Thermoelectricity*. № 1–2. P. 90–96. DOI: 10.63527/1607-8829-2024-1-2-90-96.
3. Anatychuk L. I., Korop M. M. (2023). Application of machine learning to predict the properties of Bi2Te3-based thermoelectric materials. *Journal of Thermoelectricity*. № 2. P. 59–71. DOI: 10.63527/1607-8829-2023-2-59-71.
4. Korop M. M., Prybyla A. V. Application of LLM to Search and Systematize the Properties of Thermoelectric Materials in Scientific Literature. *Journal of Thermoelectricity.*

Василь Микитюк
Науковий керівник – асист. Томаш В.В.

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ДУХОВНО-МОРАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ У ПРОЄКТНУ ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасна технологічна освіта часто зосереджена на суто прагматичних результатах – опануванні інструментами та створенні продуктів споживання. Однак у контексті НУШ та гуманізації освіти постає потреба в наповненні праці духовним змістом. Християнська етика пропонує фундамент, де праця розглядається не як обов'язок, а як акт творчості та служіння ближньому [1].

Метод проєктів є оптимальною платформою для інтеграції цінностей, оскільки він імітує реальне життя. Ми виділяємо три рівні інтеграції:

- когнітивний: розуміння символіки та духовного значення виробу (наприклад, семантика українського орнаменту);
- емоційно-ціннісний: виховання любові до праці та поваги до матеріалу як до «Божого дару»;
- діяльнісний: безпосереднє втілення етичної установки у фізичний об'єкт.

Для ефективного поєднання технологій та християнської етики необхідно забезпечити:

- аксіологізація змісту: вибір тем проєктів, що мають суспільну або духовну цінність (виготовлення церковного начиння, подарунків для воїнів, благодійних сувенірів);
- етична рефлексія на кожному етапі: перетворення пояснювальної записки до проєкту на «щоденник думок», де учень обґрунтовує, кому і яку користь принесе його праця;
- особистісно-орієнтована взаємодія: вчитель виступає не лише як інструктор, а як духовний наставник, що демонструє приклад терпіння та лагідності в роботі.

В останні роки в країнах Східної Європи набуває популярності суспільно-орієнтоване навчання (Service Learning).

У січні 2019 року утворилась «Європейська обсерваторія суспільно-орієнтованого навчання у вищій освіті» (European Observatory of Service-Learning in Higher Education (EOSLHE)), метою якої є поширення знань про суспільно орієнтоване навчання у закладах вищої освіти Європи, оскільки такий освітньо-навчальний підхід сприяє підвищенню громадської активності студентів, залучає їх до вирішення реальних проблем суспільства та дозволяє працювати в реальному середовищ [2].

Суспільно орієнтоване навчання тісно пов'язано із освітнім компонентом, тобто суспільно орієнтоване навчання – це перетворення академічних знань у професійну навичку через служіння у громаді, вирішення актуальних проблем у громаді, спільно з громадою. Однією з головних умов є зміна адресата проєкту. Коли кінцевим результатом є допомога іншому (сироті, старенькій людині, громаді), праця набуває ознак християнського милосердя. Це трансформує мотивацію учня: від «отримати оцінку» до «зробити добро».

Інтеграція духовно-моральних цінностей у проєктну діяльність дозволяє:

- подолати відчуження учня від результатів своєї праці;
- сформувати стійкі моральні якості (відповідальність, ощадливість, жертовність);
- забезпечити міжпредметні зв'язки між технологіями та курсами духовно-морального спрямування.

Отже, урок технологій має стати уроком «творення добра руками», де кожна випиляна деталь чи вишитий стібок стають кроком до духовного самовдосконалення особистості.

Список використаних джерел

1. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text (дата звернення: 03.03.2026).
2. Суспільно орієнтоване навчання як засіб соціалізації студентської молоді. URL: https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/41410559-7a63-48b9-8d1e-c5d8ba63cec1/content (дата звернення: 14.03.2026).

Марія Мінченко
Науковий керівник – асист. Добрянський А. І.

РОЗРОБКА ВЕБПОРТФОЛІО З ВИКОРИСТАННЯМ КОЛОНКОВОЇ ТА MASONRY СІТОК У СТРУКТУРІ ФОТОГАЛЕРЕЇ

Вебпортфоліо стало невід'ємною частиною представлення творчих робіт фотографів, дизайнерів та інших галузей креативних професій. Найважливішим елементом таких вебсайтів є фотогалерея, завдяки якій демонструються робочі проєкти спеціалістів, та яка формує позитивний користувацький досвід. У сучасному інформаційному просторі велику увагу приділяють структурі розташування елементів на сторінці, та використовують різні типи сіток. Сітка у структурі вебдизайну, це сукупність направляючих ліній, колонок і рядків, що сприяють пропорційності елементів та впорядкованості інтерфейсу.

Колонкова та Masonry (ієрархічна) сітки є одними з найпоширеніших способів розташування елементів у вебпортфоліо. Головна їхня відмінність у тому, що використання колонкової сітки передбачає розташування галереї чітко по визначених колонках та рядках. Колонки – це вертикальні структурні елементи, які визначають ширину та положення контенту, а рядки – це горизонтальні елементи, які задають висоту макета та визначають порядок розміщення елементів [1]. В свою чергу Masonry сітка є розміщенням елементів на різній висоті у вертикальних колонках, вона максимально заповнює доступний простір на сторінці. Masonry сітку дуже часто використовують на вебсайтах, де є велика кількість візуального контенту, що спричиняє складність користування через навантаження однотипним контентом, наприклад у портфоліо та фотогалереях [2].

У процесі розробки вебпортфоліо часто використовують фотографії різного розміру та формату, що призводить до складності створення вебсайту. Тому при використанні стандартної колонкової сітки виникає необхідність уніфікації зображень під один розмір, шляхом деформації або їх обрізання, для того щоб

галерея виглядала структурованою. Проте Masonry сітка дає змогу розташування всіх елементів без їхньої зміни у розмірі, що робить її більш зручною для використання з візуальним контентом. Однак, така сітка може впливати на порядок відображення контенту, та є складнішою з технічної точки зору. Для реалізації стандартної колонкової сітки використовують базові засоби CSS, таких як Flexbox та CSS grid, вони забезпечують розташування по чітко визначеним колонкам та рядкам. Водночас створення Masonry сітки вимагає використання не тільки CSS, але й додаткових інструментів, таких як JavaScript-бібліотек [3].

Порівняння колонкової та Masonry сіток є важливим аспектом для розвитку сучасного вебдизайну та сприяє покращенню користувацького досвіду під час перегляду візуального контенту. Проте кожен із зазначених типів сіток має свої переваги, та обмеження у площині вебдизайну, так і з точки зору розробки програмної частини вебпортфоліо. Отримані результати можуть бути використані для вибору доцільного методу компонування зображень у вебгалереї з метою презентації робіт.

Список використаних джерел

1. Сітки в інтерфейсах. URL: https://cases.media/en/article/sitki-v-interfeisakh?srsltid=AfmBOor4uq8Ros68B3tywOfXdkI9mmv2FgDxvGe4iM_T2UxPcobsA6ja
2. Essential Portfolio - Masonry layouts explained. URL: https://support.digitalphotogallery.com/articles/article/99b44604-c137-11ea-8de0-3248f2465248
3. CSS Masonry & CSS Grid. URL: https://css-tricks.com/css-masonry-css-grid/

Анатолій Можарівський
Науковий керівник – проф. Гудима Ю. В.

РОЗВИТОК ТВОРЧОСТІ І ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У РОБОТІ ГУРТКА СУДНОМОДЕЛЮВАННЯ

Розвиток творчості та технічного мислення учнів – це процес поступового формування вмінь та навичок, набуття компетентностей і креативного мислення у вирішенні поставлених задач. Судномоделювання – один з видів технічної творчості учнів [1]. Вихованці гуртка щороку беруть участь у виставках, конкурсах та змаганнях.

Судномоделізм існує відколи люди вперше почали підкорювати водний шлях. Технічні іграшки у вигляді глиняних човників знаходили на стоянках давніх людей. Моделі суден використовувалися як креслення на суднобудівельних верфях. У час великих географічних відкриттів вони сильно покращилися з розвитком науки. Копії стали більш детальними і точними. З XVII століття виготовлення моделей почало сприйматися як мистецтво. Їх виготовляли майстри по дереву, слонової кістки чи дорогоцінних металів, годинникарі.

У наш час моделі суден роблять і дорослі, і діти, відкриті гуртки судномоделювання. Їхня програма передбачає кілька напрямів роботи гуртка: стендові моделі-копії вітрильників, цивільних суден і військових кораблів; діючі самохідні та радіокеровані моделі-копії цивільних суден і військових кораблів; швидкісні радіокеровані моделі; радіокеровані моделі яхт; розробка і виготовлення моделей суден майбутнього.

Гуртки умовно поділяються на кілька рівнів: початкового рівня, де учні віком від 8 до 10 років ознайомлюються з правилами безпеки, набувають вмінь роботи з інструментами, дізнаються будову судна під час виготовлення найпростішої однощоглової яхти; середнього рівня, де вихованці віком від 10 до 18 років одержують і поглиблюють знання щодо конструкції суден, набувають вміння читати й виконувати креслення. Як правило, учні основного рівня створюють діючі моделі залежно від матеріальних

можливостей гуртка. Це допомагає їм розвинути знання та вміння роботи з двигунами, радіообладнанням для керування, рульові системи, джерела живлення. Під час створення моделі корабля учні стикаються з проблемами, які виника через малий масштаб копії. Вони мають враховувати призначення моделі судна, яку вони виготовляють. Важливо, чи вона зазнає навантаження, чи можливо її виготовити таким методом чи треба застосувати інший. Під час таких роздумів дитина повинна детально проаналізувати креслення і фотографії, і уявити як виглядатиме модель. Це допомагає розвинути технічне мислення учнів, коли вони вчаться читати креслення, працювати з різними типами інструментів. Створення дрібних деталей, процес фарбування і кінцевого збирання моделі теж допомагає розвинути творче мислення. Модель-копію стараються робити якомога легшою, при цьому зберігаючи міцність конструкції. Це вимагає під час процесу прочитання креслення обдумати детально кроки створення моделі і, якщо хтось ще робить подібне судно, продумати який метод виготовлення конструкцій корпусу буде використано. Це може бути створення елементів корпусу судна (випилювання і з'єднання їх в один каркас), або створення матриці-моделі, з якої знімуть «відбиток» – форму. Під час виготовлення дрібних деталей учні мають проаналізувати чи можуть вони виготовити кілька одиниць однакових деталей, чи це вимагає створення шаблону, щоб відлити ці деталі у формі.

Всі ці процеси вимагають творчого підходу та технічного мислення, які поступово розвиваються в учнів під час створення моделі судна від найпростішого до складнішого. Процес виготовлення моделей виховує також відповідальне ставлення до якості, щоби модель не потонула при першому ж плаванні. Це допомагає розвинути в учнів терплячість й акуратність, творчий підхід до виготовлення, розуміння використовуваних технічних процесів.

Список використаних джерел

1. Документація керівника судномодельного гуртка: на допомогу керівникам гуртків. (2006). Вінницький обласний центр технічної творчості учнівської молоді; упоряд.: Зарудняк В.В., Білостегнюк Т.В. Вінниця.

Анастасія Москалюк
Науковий керівник – доц. Газдюк К.П.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ AI API ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КОНСУЛЬТАНТА В E-COMMERCE ПЛАТФОРМІ

У сучасних умовах розвитку електронної комерції ключовим фактором конкурентоспроможності є здатність забезпечити персоналізовану взаємодію з клієнтом у режимі реального часу. Один із перспективних напрямів – впровадження AI-консультантів, які імітують роботу продавця, допомагаючи користувачам обирати товари, отримувати відповіді на запитання та приймати рішення щодо покупки. У рамках цього дослідження розглядається використання AI API [1] для створення інтелектуального консультанта, інтегрованого в e-commerce платформу, зокрема на базі Shopify [6].

Метою дослідження є аналіз можливостей AI API для реалізації функціоналу віртуального консультанта, здатного забезпечувати природну комунікацію з користувачем, надавати рекомендації товарів та автоматизувати процес обслуговування клієнтів. Для досягнення поставленої мети було проведено аналіз сучасних підходів до побудови conversational AI систем, а також реалізовано прототип AI-консультанта з використанням frontend-технологій (React, Tailwind CSS, TypeScript) [3,4] та backend-рішень (Node.js, MongoDB) [2,5], а також інтеграції з платформою Shopify для управління товарами та замовленнями. Особливу увагу приділено інтеграції AI API для обробки природної мови та генерації відповідей.

У процесі дослідження розроблено модель взаємодії користувача з AI-консультантом, яка включає обробку запитів, аналіз намірів користувача та формування релевантних відповідей із урахуванням контексту. Консультант здатний виконувати такі функції, як підбір товарів за запитом, надання інформації про характеристики продукції, допомога у виборі та підтримка клієнтів у процесі оформлення замовлення.

Результати дослідження показують, що впровадження AI-консультанта дозволяє значно підвищити якість обслугову-

вання клієнтів, скоротити час відповіді на запити та зменшити навантаження на службу підтримки. Крім того, використання AI API забезпечує масштабованість рішення та можливість швидкої адаптації до змін бізнес-вимог. Водночас виявлено виклики, пов'язані з точністю відповідей, необхідністю контролю якості генерованого контенту та захистом персональних даних.

Для підвищення ефективності роботи системи запропоновано використання гібридного підходу, що поєднує AI API з власною бізнес-логікою платформи, а також впровадження системи фільтрації та валідації відповідей. Це дозволяє забезпечити більш точні рекомендації та відповідність політикам платформи.

Отже, результати дослідження підтверджують доцільність використання AI API для створення інтелектуального консультанта в e-commerce платформі. Запропонований підхід дозволяє покращити користувацький досвід, підвищити рівень персоналізації та оптимізувати бізнес-процеси, що є важливим фактором успіху сучасних онлайн-магазинів. Зокрема, інтеграція з платформою Shopify дозволяє AI-консультанту отримувати актуальні дані про товари, що підвищує точність рекомендацій та релевантність відповідей користувачам.

Список використаних джерел

1. OpenAI for developers. Docs and resources to help you build with, for, and on OpenAI. URL: https://platform.openai.com/docs/
2. Node.js. Docs and resources to help you build scalable server-side and network applications using JavaScript runtime environment. URL: https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs
3. React. Docs and resources to help you build dynamic user interfaces and single-page applications. URL: https://react.dev/
4. TypeScript. Docs and resources to help you develop typed JavaScript applications with improved code quality and maintainability. URL: https://www.typescriptlang.org/docs/
5. MongoDB. Docs and resources to help you build and manage applications using a NoSQL database for storing large volumes of data. URL: https://www.mongodb.com/docs/
6. Shopify API for building and integrating e-commerce applications, managing products, orders, and customers URL: https://shopify.dev/docs/api

Михайло Мошук
Науковий керівник – доц. Гавриляк М.С.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У БЕЗДРОТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ QPSK-МОДУЛЯЦІЇ

Інтенсивний розвиток сучасних інформаційних мереж зв'язку (зокрема, систем інтернету речей та стандарту 5G) вимагає забезпечення високої надійності передачі даних в умовах обмеженого частотного ресурсу та наявності електромагнітних завад. Одним із ключових механізмів фізичного рівня, що визначає ефективність використання смуги пропускання та стійкість до завад, є вибір оптимального методу цифрової модуляції. Фазова модуляція, зокрема квадратурна фазова маніпуляція (QPSK), є стандартом де-факто для багатьох сучасних протоколів бездротового зв'язку [1].

Метою роботи є створення програмної моделі каналу зв’язку в середовищі MATLAB для дослідження ймовірності бітової помилки (Bit Error Rate, BER) під час використання QPSK-модуляції в каналі з адитивним білим гауссівським шумом (AWGN).

Алгоритм моделювання включав такі етапи: генерація псевдовипадкової послідовності інформаційних бітів; формування синфазної (I) та квадратурної (Q) складових для отримання комплексних символів QPSK; проходження сигналу через канал із додаванням AWGN із різним співвідношенням сигнал/шум на біт (E_b/N_0); демодуляція прийнятого сигналу на основі аналізу значень I та Q складових. Експериментально отримана ймовірність помилки порівнювалася з теоретичним значенням для QPSK, яке розраховується через доповнювальну функцію помилок за формулою

$$P_b = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right),$$

де P_b – імовірність бітової помилки, E_b – енергія одного біта, N_0 – спектральна щільність потужності шуму.

У результаті роботи створено базову модель фізичного рівня системи зв'язку. Побудовано графік залежності BER від співвідношення E_b/N_0) (від 0 до 10 дБ). Результати імітаційного моделювання продемонстрували високий ступінь збіжності з теоретичною кривою завадостійкості (відхилення не перевищувало статистичної похибки, пов'язаної з кінцевою довжиною згенерованої бітової послідовності). Показано, що при співвідношенні сигнал/шум понад 8 дБ ймовірність помилки стрімко падає до значень, менших за 10^{-4}, що забезпечує надійну передачу даних без потреби у надмірному завадостійкому кодуванні.

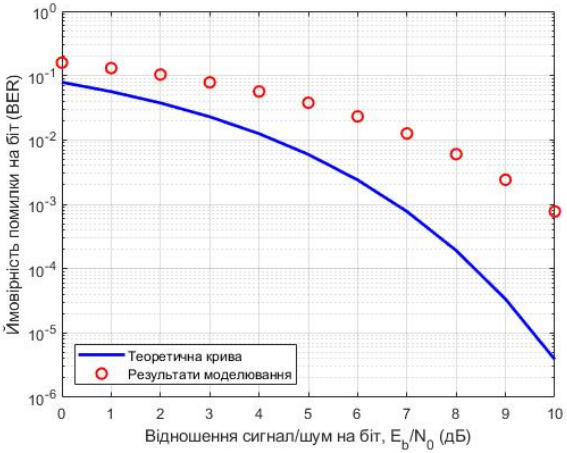


Рис.1. Залежність імовірності бітової помилки від SNR (QPSK)

Розроблена математична модель дозволяє наочно оцінити ефективність роботи цифрових методів модуляції в умовах завад. Встановлено, що QPSK-модуляція забезпечує оптимальний компроміс між спектральною ефективністю та завадостійкістю, що пояснює її широке застосування в сучасних мережах зв'язку.

Список використаних джерел

1. Proakis J. G., Salehi M. (2007). Digital Communications. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education. 1150 p.

Максим Мудрак
Науковий керівник – доц. Фратавчан В.Г.

ІНТЕРАКТИВНА АДАПТИВНА ПЕРСОНАЛІЗОВАНА ІГРОВА ШАХОВА ПЛАТФОРМА

У сучасному цифровому середовищі шахові платформи еволюціонують від простих ігрових клієнтів до складних екосистем, що поєднують ігровий процес, навчання та соціальну взаємодію. Актуальним напрямом є розробка систем, які дозволяють не лише грати з алгоритмами, а й адаптувати ігровий досвід через персоналізацію інтерфейсу та створення унікальних комп'ютерних супротивників. Це зумовлює потребу у розробці гнучких вебрішень, що інтегрують складні ігрові механіки з інструментами аналізу даних.

У межах виконання програмного проєкту було розроблено вебплатформу «ChessHub», яка забезпечує можливість проведення шахових партій у режимі реального часу. Ключовою особливістю системи є багаторівнева робота з ігровими агентами (ботами). Адміністраторам платформи доступні три варіанти створення ігрових супротивників: використання рушія Stockfish, завантаження масиву PGN-файлів для імітації стилю конкретного гравця, а також динамічне «віддзеркалювання» користувачів. В останньому випадку система автоматично аналізує нові партії обраного гравця, адаптуючи стратегію бота під його актуальний стиль. Звичайні користувачі мають можливість обирати супротивника серед наявного пулу ботів або грати проти стандартного рушія Stockfish.

Архітектура проєкту побудована на сучасному стеку технологій:

- Фронтенд: React, TypeScript, SCSS – реалізація динамічного інтерфейсу з широкими можливостями кастомізації (зміна фонів, музичний супровід сторінки, візуальні ефекти);
- Бекенд: Node.js, Express, TypeScript – обробка ігрової логіки, парсинг PGN-даних та управління станами партій;

- База даних: серверна система керування базами даних (SQL або NoSQL) – для збереження облікових записів, ігрової історії, конфігурацій ботів та налаштувань персоналізації;
- WebSocket: забезпечення миттєвого обміну ходами між гравцями та сервером.

Проєкт реалізує концепцію, де боти, створені адміністрацією, є повноцінними учасниками системи: вони мають власні профілі та інтегровані в загальний механізм пошуку ігор (matchmaking). Система кастомізації дозволяє користувачам здійснити гнучке налаштування свого профілю, створюючи індивідуальне аудіовізуальне середовище.

Процес розробки базувався на принципах модульності та розподілу прав доступу. Компонентна структура React та сувора типізація TypeScript забезпечили надійність обробки шахових нотацій та гнучкість масштабування функціонала.

Отже, створений вебзастосунок є ефективним інструментом для гри та тренувань, який поєднує класичні шахові механіки з сучасними методами імітації ігрової поведінки та персоналізованим підходом до користувацького досвіду.

Список використаних джерел

1. Фленаган Д. (2022). JavaScript. Повне керівництво. 7-е видання. Київ: Науковий світ. 1088 с.
2. Бенкс А., Порселло Е. (2022). Вивчаємо React. Харків: Фабула. 352 с.
3. TypeScript Handbook [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.typescriptlang.org/docs/.
4. Chess.js Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://github.com/jhlywa/chess.js.
5. Stockfish Engine [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://stockfishchess.org/about/.
6. PGN Specification [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.saremba.de/chessgml/standards/pgn/pgn-complete.htm.

Дмитро Наконечний
Наукова керівниця – асист. Лісовенко І.Д.

БАГАТОРІВНЕВА СИСТЕМА АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА KYC-ВЕРИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ І ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Різкий прогрес у сфері цифрових сервісів та зростання вимог до захисту даних вимагають створення надійних систем для автентифікації й авторизації. Сучасні платформи впроваджують складні системи перевірки, але багато з них не враховують потреби користувачів, які мають фізичні або технічні обмеження. Потреба вводити персональні дані виключно вручну за допомогою клавіатури становить значний бар'єр, що впливає на загальну доступність та інклюзивність інформаційних систем.

Мета роботи – розробка захищеного програмного модуля для створення облікових записів із багаторівневий процес реєстрації та підтвердження особи користувача, з акцентом на інклюзивність інтерфейсу.

Для досягнення запланованої мети створена розподілена система, архітектура якої грунтується на новітніх принципах розробки програмного забезпечення. Це гарантує відмовостійкість системи, цілісність даних під час усіх етапів реєстрації та можливість подальшого масштабування.

Окрім звичного способу реєстрації форм, у системі впроваджено розумний голосовий асистент. Основою роботи асистента є нейромережеві архітектури автоматичного розпізнавання мовлення, що базуються на алгоритмах часової класифікації з'єднання та механізмах уваги [1]. Серед сучасних підходів до побудови таких систем виділяють трансформерні моделі, навчені на масштабних багатомовних наборах даних, які демонструють високу стійкість до акустичних перешкод та варіативності мовлення [2]. Для адаптаціїї попередньо натренованої моделі до специфічного контексту реєстраційних форм застосовується метод fine-tuning, що дозволяє суттєво знизити частку помилок розпіз-

навання без необхідності навчання моделі з нуля [3]. Це дає можливість користувачам проходити первинні етапи реєстрації без потреби в пристроях для ручного введення даних. На стадії верифікації особи використовуються спеціалізовані сервіси, зосереджені на аналізі цифрових копій документів та біометричній перевірці за допомогою технологій комп'ютерного зору. Такий метод забезпечує автоматичну обробку інформації і дозволяє надійно та безпечно підтвердити особу користувача. Крім того, для комунікації та маршрутизування повідомлень під час перевірки контактних даних використовуються хмарні сервіси Amazon Simple Notification Service та Amazon Simple Email Service, що забезпечують надсилання SMS-повідомлень і електронних листів для підтвердження реєстрації.

Створена система ефективно вирішує питання доступності вебдодатків, спрощуючи процес автентифікації, роблячи його більш гнучким і зручним. Використання алгоритмів обробки природної мови в поєднанні з інструментами для аналізу зображень дало змогу розробити середовище, що відповідає актуальним стандартам безпеки та, водночас, спрощує доступ для користувачів. Подальші дослідження мають на меті покращити акустичні моделі для ефективної роботи в умовах шумових перешкод, а також розширити функціональні можливості програмного модуля.

Список використаних джерел

1. Hui J. Speech Recognition – Deep Speech, CTC, Listen, Attend, and Spell. URL: https://jonathan-hui.medium.com/speech-recognition-deep-speech-ctc-listen-attend-and-spell-d05e940e9ed1
2. Radford A., Kim J. W., Xu T., Brockman G., McLeavy C., Sustskever I. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. URL: https://cdn.openai.com/papers/whisper.pdf
3. Timmel V., Paonessa C., Vogel M., Perruchoud D., Kakooke R. Fine-tuning Whisper on Low-Resource Languages for Real-Word Applications. URL: https://arxiv.org/pdf/2412.15726

Николайчук Владислав
Науковий керівник – асист. Янушевський С.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА АНСАМБЛЕВОГО ПІДХОДУ З «АРБІТРОМ» ДЛЯ LLM

У сучасних умовах великі мовні моделі (LLM) застосовуються для генерації тексту, коду, творчого контенту та відповідей на складні запити. Проте окремі моделі часто допускають «галюцинації», фактичні неточності, внутрішні суперечності або низьку адаптивність (недостатню спеціалізацію) під профільні завдання, такі як написання коду чи технічний аналіз. Це обмежує їх експлуатаційну надійність (стабільність результатів) в умовах підвищеної відповідальності (критичних сценаріях). Ансамблевий підхід – метод координації кількох моделей з автономними спеціалізованими моделями та контрольним «арбітром» (моделлю-валідатором, що оцінює та обирає найкращий варіант) дозволяє мінімізувати описані вище недоліки без створення нових моделей.

Метою дослідження є вивчення параметрів стійкості відповідей LLM шляхом застосування ансамблевого методу, де кілька модульних моделей генерують варіанти рішень, а більш параметризована «модель-арбітр» перевіряє їх на фактологічні розбіжності (такі, що суперечать об'єктивним даним), повертаючи користувачу тільки виправлений або «синтезований результат» (агреговану відповідь на основі спільного узгодженого рішення «експертів»).

Для розв’язання задачі використано:

– ансамблевий підхід з паралельним запуском спеціалізованих відкритих LLM (експертів) залежно від типу завдання: логіки, кодування чи творчості;
– механізм «арбітра» на базі моделі зі збільшеним числом параметрів, яка аналізує відповіді та синтезує найбільш консистентний варіант;
– динамічне керування активними експертами через вибір режиму користувачем [1, 2, 3];

– зберігання інструкції «арбітра» в БД для гнучкості експериментів [4];
– локальний інференс через сервер Ollama з підтримкою обладнання споживчого сегменту та квантизацію моделей [5].

У ході дослідження протестовано комбінації моделей сімейства Qwen з розмірами 14 та 32 мільярдами активних параметрів, порівняно коефіцієнт точності одиночних та ансамблевих відповідей після «арбітражу» (крос-валідації), який зріс із 68% до 74%, оцінено зменшення частоти галюцинацій на 6% та приріст Accuracy на задачах математики та програмування на 7% [6].

Дослідження підтвердило, що ансамблевий підхід з арбітром на базі більш ресурсомісткої моделі Qwen3-32 статистично знижує кількість помилок на 7%, підвищує ймовірність релевантної відповіді без донавчання моделей. Метод працездатний навіть на обладнанні з низьким об'ємом VRAM завдяки квантизації. Результати вказують на доцільність верифікації через контрольного «арбітра», як доступного способу модернізації існуючих відкритих LLM.

Список використаних джерел

1. FastAPI documentation. URL: https://fastapi.tiangolo.com/
2. HTMX documentation. URL: https://htmx.org/docs/
3. Tailwind CSS documentation. URL: https://tailwindcss.com/docs
4. PostgreSQL documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/
5. Ollama documentation. URL: https://ollama.com/docs
6. Qwen technical report / Alibaba Cloud. URL: https://qwenlm.github.io/

Анастасія Новінська
Науковий керівник – доц. Філіпчук О.І.

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ ЗАВДАНЬ НА ОСНОВІ AI-АГЕНТІВ

В умовах стрімкого розвитку генеративного штучного інтелекту традиційний погляд на взаємодію користувача з програмним забезпеченням суттєво змінюється. Це зумовлюється зростанням попиту на впровадження AI-агентів у різні сфери діяльності людини – від освіти та бізнесу до медицини, електронної комерції та навіть повсякденного користування [1].

Значний потенціал AI-агенти мають у системах планування. Попри велику кількість існуючих рішень (наприклад *Google Calendar, Todoist* чи *Notion*) більшість із них орієнтовані на ручне введення даних, що змушує користувача самостійно формулювати назви, обирати категорії та пріоритети тощо [2]. У результаті процес планування потребує додаткових витрат часу та не завжди є достатньо ефективним.

Якщо аналізувати більш сучасні рішення, які використовують елементи ШІ (наприклад, *Motion* або *Reclaim.ai*), вони часто мають складні інтерфейси, орієнтовані на дорогий корпоративний сегмент і вимагають дотримання суворих шаблонів введення запитів [3]. Тому для подолання цих обмежень пропонується розробка AI-агента, який автоматизує процес обробки вхідної інформації та самостійно керує структурою даних.

Ключовою відмінністю розроблюваного агента є зміна моделі взаємодії: від заповнення статичних форм до діалогового та контекстного управління. До основних функціональних можливостей системи входять механізм обробки та створення завдань, автоматизований розрахунок пріоритетів та механізм інтелектуального перепланування.

Механізм створення завдань базується на декомпозиції неструктурованих запитів, де ШІ самостійно виділяє сутність завдання, дедлайни та категорію, перетворюючи звичайне повідомлення у

валідний об'єкт бази даних. Паралельно з цим працює алгоритм розрахунку пріоритетів на основі матриці Ейзенхауера, що класифікує кожну подію за векторами терміновості та важливості. Це дозволяє системі не просто сортувати список, а інтелектуально керувати увагою користувача, виділяючи критичні задачі серед рутини. Особливу роль відіграє функція інтелектуального перепланування, яка забезпечує автономну адаптацію графіка у реальному часі.

Реалізація системи на початковому етапі передбачає односторонню синхронізацію з *Google Calendar,* що дозволяє AI-агенту зчитувати існуючий розклад користувача для коректного виявлення часових колізій. На основі отриманих даних агент пропонує вільні «вікна» для нових завдань, уникаючи накладання подій.

Надалі функціонал системи можна розвивати в напрямі проактивного планування та впровадження мультимодальних способів вводу (наприклад голосовий ввід), що дозволить системі повністю автоматизувати логіку розпорядку дня та підвищити персональну ефективність користувача.

Отже, використання AI-агентів у системах планування відкриває можливість переходу від традиційних календарів до інтелектуальних цифрових асистентів, здатних самостійно аналізувати, структурувати та адаптувати розклад користувача. Запропонований підхід дозволяє зменшити кількість рутинних дій, підвищити ефективність time-менеджменту та створює основу для подальшого розвитку більш автономних систем планування.

Список використаних джерел

1. Що таке агенти ШІ: переваги та бізнес-застосунки | SAP вебсайт. URL: https://www.sap.com/ukraine/resources/what-are-ai-agents (дата звернення : 22.03.2026)
2. The Best Task Management Apps We've Tested for 2026 | PCMag вебсайт. URL: https://www.pcmag.com/picks/the-best-task-management-apps (дата звернення: 25.03.2026).
3. Motion vs Reclaim AI: Which Should You Choose? | Efficient App вебсайт. URL: https://efficient.app/compare/motion-vs-reclaim (дата звернення: 26.03.2026).

Іван Обрадович
Науковий керівник – доц. Талах М.В.

АДАПТИВНА ПЛАТФОРМА МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ З УНІВЕРСАЛЬНИМ ВІДОБРАЖЕННЯМ ОЗНАК ДЛЯ БАГАТОДОМЕННИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Рекомендаційні системи широко застосовуються для персоналізації користувацького досвіду, проте стикаються з критичними проблемами: холодний старт, складність адаптації до різних предметних областей та низька інтерпретованість рекомендацій [1]. У даній роботі представлено архітектуру платформи машинного навчання, що вирішує зазначені проблеми через гібридний підхід з конфігурованим відображенням ознак та адаптивним переключенням між методами ML та евристичними алгоритмами.

Ключовою інновацією системи є універсальна схема з 18 узагальненими ознаками, розділеними на три категорії: базові (8 ознак: поточний та цільовий статус, доступні ресурси), ознаки пропозицій (5 ознак: вартість, цінність, складність) та похідні (5 ознак: розрив між поточним та цільовим станом, ефективність, доступність). Дані специфічні для предметної області трансформуються в узагальнені ознаки через конфігураційні файли YAML/JSON, що забезпечує налаштування нової галузі за один день без модифікації ML-компонентів [2] (рис. 1).

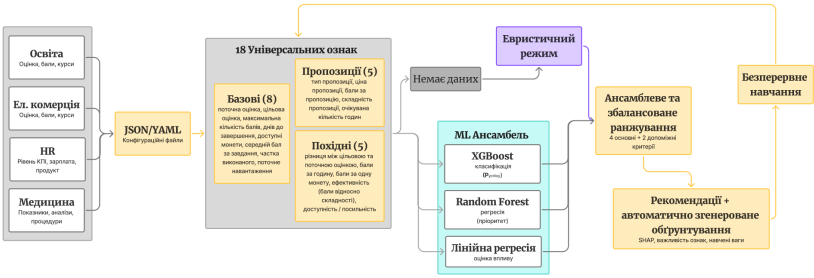


Рис. 1. Архітектура системи персонізованих рекомендацій з універсальною схемою ознак

Для забезпечення якості рекомендацій система використовує ансамбль із трьох моделей: метод екстремального градієнтного

бустингу для класифікації ймовірності успішності, випадковий ліс для регресії пріоритету та лінійну регресію для оцінки впливу [3]. Критичною особливістю є механізм плавної деградації, який автоматично перемикається на евристичний режим при відсутності навчених моделей, що забезпечує безперервну роботу в сценаріях холодного старту. Інтерпретованість реалізована через автоматичне генерування пояснень на основі значень Шеплі та екстракції важливості ознак [4]. Замість жорстко закодованих коефіцієнтів використовуються навчені ваги, що автоматично адаптуються до специфіки предметної області через механізм безперервного навчання із зворотним зв'язком. Налаштування гіперпараметрів реалізовано через методи пошуку по сітці та випадкового пошуку для оптимізації продуктивності кожної моделі.

Експериментальну валідацію проведено на освітній платформі CS Coin (500+ користувачів). Результати: точність перших чотирьох рекомендацій 0.82, задоволеність користувачів 4.3 бала з 5 можливих, скорочення часу досягнення навчальних цілей на 18%. Система забезпечує збалансовану структуру рекомендацій (4 основні та 2 додаткові) з урахуванням бюджетних обмежень та вимог різноманітності [5].

Розроблена платформа машинного навчання демонструє практичну можливість створення універсальної рекомендаційної системи, що поєднує переваги методів машинного навчання з надійністю евристичних підходів через адаптивну архітектуру. Реалізація включає мову програмування Python, бібліотеки scikit-learn та XGBoost для компонентів машинного навчання, стандартний масштабувач для нормалізації ознак та програмний інтерфейс для інтеграції. Архітектура підтримує розгортання на хмарних платформах та забезпечує швидку адаптацію до нових предметних областей без перенавчання моделей.

Список використаних джерел

1. Ricci F., Rokach L., Shapira B. (2022). Recommender Systems Handbook. Springer,, 1045 c.
2. Chen T., Guestrin C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Proceedings of KDD,, 785–794.
3. Breiman L. (2001). Random Forests. Machine Learning,, vol. 45, no. 1, 5–32.
4. Lundberg S., Lee S.-I. (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Proceedings of NIPS, 4765–4774.
5. Adomavicius G., Kwon Y. (2015). Multi-Criteria Recommender Systems. Recommender Systems Handbook, Springer, 847–880.

Ірина Олексюк
Науковий керівник – проф. Черкез Р.Г.

НЕОДНОРІДНИЙ ТЕРМОЕЛЕМЕНТ ОХОЛОДЖЕННЯ

Одним із перспективних напрямів поліпшення ефективності термоелектричних перетворювачів енергії є використання неоднорідних або функціонально-градієнтних матеріалів (ФГМ). Це матеріали з такою неоднорідністю [1], при якій найкраще реалізуються об'ємні термоелектричні ефекти. Іншим перспективним напрямом поліпшення ефективності перетворення енергії є використання проникних термоелементів, в яких на відміну від традиційних, наявні канали для прокачки теплоносія (рідини або газу).

Фізична модель проникного термоелемента з ФГМ представлена на рис.1. Вона містить вітки *n*- і *p*- типів провідності з наскрізними каналами для прокачки теплоносія. Температура теплоносія, що підводиться до термоелемента T_m, холодні спаї термостатовані за температури T_c.

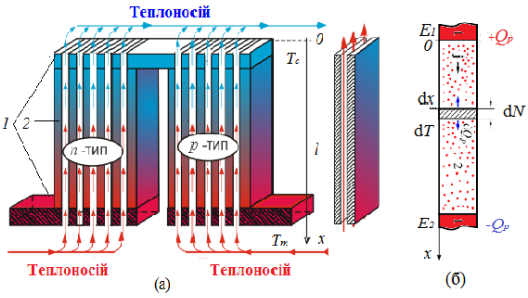


Рис.1. Фізична модель проникного термоелемента (а): 1- комутаційні пластини , 2- вітки *n* і *p* типу провідності; (б) - об'ємні ефекти у вітках неоднорідного термоелемента: 1- електричний контакт, 2- термоелектрик

Система диференційних рівнянь для визначення розподілів температур та теплових потоків в одновимірному наближенні [2]:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{dT}{dx}=\frac{\alpha j}{\kappa}T-\frac{j}{\kappa}q,\\
&\frac{dq}{dx}=\frac{\alpha^2 j}{\kappa}T+\frac{\alpha j}{\kappa}q+j\sigma+\frac{\alpha_e l}{(S-S_k)}(t-T),\\
&\frac{dT}{dx}=\frac{\alpha_e}{G_{ep}}(t-T),
\end{aligned}\right\}$$

де α, κ, σ – коефіцієнти термоерс, теплопровідності та електропровідності матеріалу віток, що залежать від розподілу концентрації носіїв струму і температури T; T – температури теплоносія і вітки відповідно в точці x; $j=il$; j – приведена густина електричного струму.

На основі наведених співвідношень із використанням математичної теорії оптимального керування були проведені комп'ютерні дослідження максимальних значень енергетичних характеристик термоелемента охолодження [2]. Результати розрахунків та їх порівняння наведено на рис.2.

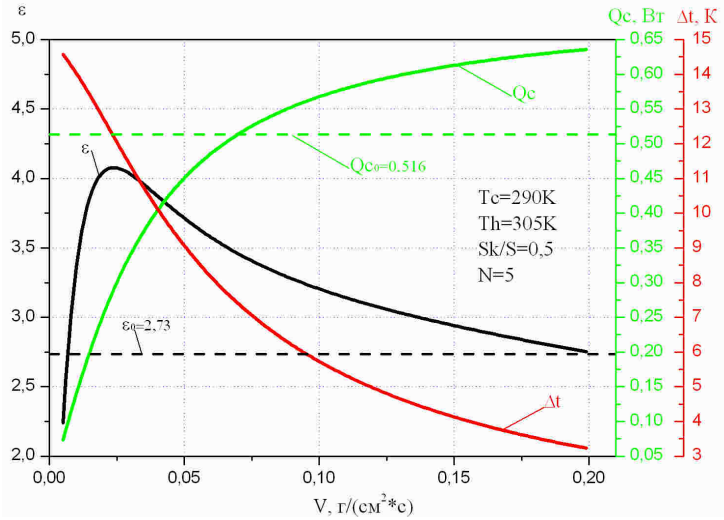


Рис.2. Залежність холодильного коефіцієнту ε, та температури охолодження повітря Δt від масової швидкості повітря в каналі V. ε_0, Qc_0 - максимальні значення холодильного коефіцієнта та холодопродуктивності для монолітного термоелемента

Список використаних джерел

1. Anatychuk L. I., Vikhor L. N. (2012). Thermoelectricity Vol. IV. Functionally Graded Thermoelectric Materials. Institute of Thermoelectricity, Chernivtsi, 172 p.
2. Комп'ютерне матеріалознавство. (2022). Методичні рекомендації до лабораторних робіт. Укл.: *Черкез Р.Г.* Чернівці: Чернівецький національний університет. 120 с.

Єлизавета Оринчук
Науковий керівник – асист. Янушевський С.В.

МОДИФІКОВАНІ КЛІТИННІ АВТОМАТИ ЯК ОСНОВА СТІЙКИХ ГЕНЕРАТОРІВ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Стрімкий розвиток Інтернету речей (IoT) потребує «легковагових» (lightweight) криптографічних рішень. Обмежені ресурси пристроїв (пам'ять, енергоспоживання) роблять класичні шифри менш ефективними порівняно з рішеннями на основі клітинних автоматів (КА), які забезпечують високу швидкість та природний паралелізм. Традиційні хаотичні правила КА (Rule 30) мають високу ентропію за Шенноном, проте не проходять повний набір статистичних тестів NIST, через приховані кореляції та короткі цикли. Це обмежує їх використання у системах з високими вимогами до безпеки. Метою дослідження є розробка гібридного ГВЧ на основі модифікованих КА для використання у програмній інженерії.

КА визнані ефективною основою для генерації псевдовипадкових послідовностей (ПВЧ) завдяки їхній простоті, паралелізму та придатності для апаратної реалізації [1]. Генерація ПВЧ за допомогою КА ґрунтується на їхній хаотичній поведінці. Ентропійний аналіз, включно з розрахунком ентропії Шеннона та мінімальної ентропії, підтверджує, що хаотичні правила «Класу 3» (Rule 30) демонструють високі показники ентропії (рис. 1).

Однак, власне дослідження показало, що навіть такі правила не проходять повний набір статистичних тестів NIST. А лінійні та класичні КА (ПВЧ/PRNG) стикаються з обмеженнями, такими як коротка довжина циклу та нездатність пройти більш суворі тести з застосуванням AIS31 (TestU01) [2]. Це вказує на наявність прихованих кореляцій. Для подолання цих обмежень сучасні рішення демонструють тенденцію до модифікації та гібридизації КА, наприклад шляхом поєднання з хаотичними мапами (Tinkerbell Map), моделями самоорганізованої критичності (self-organized criticality) так званої «моделі мурахи Ленгтона», де КА генерує керуючі слова клітин, для вибору керованих клітин (Langton's Ant) [3; 4].

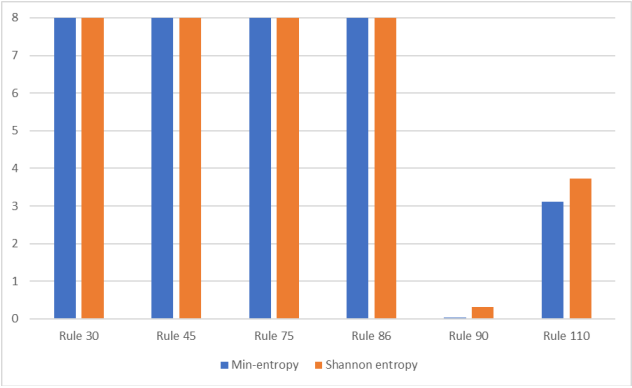


Рис. 1. Порівняння ентропії для одиночних правил

Для досягнення мети реалізовується метод модифікації архітектури КА, що використовує принципи гібридизації та архітектурних модифікацій (наприклад, 2D КА, неоднорідні структури), що забезпечує високу складність згенерованої ПВЧ.

Даний гібридний підхід дозволить подолати обмеження класичних КА, забезпечивши рандомізацію ключової послідовності та створить «легковагове» (lightweight), але криптографічно стійке рішення, що підходить для високошвидкісної паралельної апаратної імплементації в ресурсно-обмежених IoT-пристроях.

Список використаних джерел

1. Levina A., Mukhamedjanov D., Bogaevskiy D. et al. (2022). High Performance Parallel Pseudorandom Number Generator on Cellular Automata [Електронний ресурс]. Preprints. DOI: 10.20944/preprints 202208.0016.v1.
2. Kılıç H. (2024). Performance analysis of pseudo-random number generations of two-dimensional linear uniform cellular automata that considers initial state densities. *Gazi University Journal of Science*. DOI: 10.17341/gazimmfd.989265.
3. Yogi B., Khan A. K. (2025). CAChaIoT: Hybrid lightweight image encryption for IoT using cellular automata and chaotic maps. *Future of Robotics and Automation Open.* DOI: 10.1016/j.fraope.2025.100361.
4. Poornima I. G. A., Yogaraja C. A., Venkatesh R. et al. (2024). Pseudo Random Number Generator Based on Cellular Automata with Self Organized Criticality. *Soft Computing*. DOI: 10.1007/s42979-024-02750-3.

Артем Павшак
Науковий керівник – доц. Шумиляк Л.М.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ФІНАНСОВОГО ПЛАНУВАННЯ НА ОСНОВІ RAG-АРХІТЕКТУРИ

З розвитком методів генеративного штучного інтелекту та вдосконаленням великих мовних моделей (LLM), технології автономних агентів знаходять дедалі ширше застосування у складних аналітичних галузях. Зокрема, вони стають фундаментом для нового покоління фінтех-рішень, що забезпечують персоналізоване управління активами, автоматизацію звітності та інтелектуальний аналіз ризиків у реальному часі.

Одне з ключових завдань сучасних фінансових систем – надання точних та актуальних рекомендацій, що базуються на великих масивах неструктурованих даних. Традиційні методи фінансового планування включають використання статичних алгоритмів, регресійних моделей та ручного аналізу експертів. Однак кожен із цих підходів має суттєві обмеження [1]. Зокрема, класичне програмне забезпечення малоадаптивне до раптових змін ринку, а ручний аналіз характеризується високою вартістю та низькою швидкістю обробки інформації. Зі свого боку, стандартні LLM без додаткових механізмів схильні до «галюцинацій» та оперують застарілими даними, що є критично недопустимим у фінансовій сфері, де помилка може призвести до значних збитків. У зв'язку з цим зростає інтерес до підходів, що використовують архітектуру пошуку, доповненого генерацією (Retrieval-Augmented Generation, RAG), та агентну оркестрацію [2].

Архітектура RAG, що використовує зовнішні бази знань та векторні сховища, здатна долати проблему обмеженого контексту та неактуальності знань мовних моделей. Основні її переваги – можливість верифікації відповідей через посилання на першоджерела та робота з пропрієтарними даними користувача в реальному часі. Однак суто пошукові системи часто залишаються пасивними інструментами, які не здатні самостійно координувати

виконання складних, багатоетапних фінансових стратегій, таких як одночасна оптимізація податків, ребалансування портфеля та моніторинг ринкових аномалій.

Мультиагентний підхід дозволяє подолати обмеження поодиноких моделей завдяки розподілу обов'язків між спеціалізованими автономними одиницями (агентами). Використання циклів міркування та механізмів пам'яті дозволяє системі контролювати результати роботи окремих вузлів, виправляти логічні помилки на етапі планування та адаптувати стратегію до індивідуального профілю ризику. Завдяки такій взаємній компенсації недоліків досягається висока надійність, прозорість та автономність фінансового консультування [3].

Отже, інтелектуальні мультиагентні методи, що поєднують переваги RAG-архітектури та автономного планування, виступають перспективним напрямком розвитку персоналізованих фінансових технологій. У межах цієї роботи проводилось дослідження і розробка інтегрованої системи на базі фреймворків LangGraph або CrewAI, що поєднує методи векторного пошуку та агентної координації для створення динамічних фінансових планів. Особлива увага приділялася вивченню підходів до мінімізації галюцинацій через перехресну верифікацію агентів та оцінці впливу стратегій доступу до даних у реальному часі на точність прогнозних моделей.

Список використаних джерел

1. Liang J., Sugang, Lin H. (2025). Reasoning RAG via System 1 or System 2: A Survey on Reasoning Agentic Retrieval-Augmented Generation for Industry Challenges. *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Natural Language Processing*. С. 1954-1966. URL: https://aclanthology.org/2025.findings-ijcnlp.122.pdf
2. Agentic AI with RAG and Knowledge Graphs: A Novel Framework for Transforming Enterprise Operations // *Proceedings of the EAMCON 2025 Conference. Atlantis Press*, 2025. URL: https://www.atlantis-press.com/proceedings/eamcon-5/126020718
3. Valastro D. (2025). Retrieval-Augmented Generation (RAG) 2025. *RankWit AI*. Last updated August 18. URL: https://www.rankwit.ai/blog/retrieval-augmented-generation-rag-2025

Андрій Паскар
Науковий керівник – проф. Гудима Ю.В.

ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО УЧНІВ: ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЗАВДАНЬ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасному освітньому середовищі, де технології стрімко проникають у всі сфери життя, значення якісної підготовки учнів зростає. Сьогодні школа має не просто передавати знання, а формувати особистість, здатну швидко реагувати на зміни та ефективно діяти в умовах динамічного ринку праці. Особливо це актуально на уроках технологій, де теорія повинна одразу підкріплюватися практичним досвідом. Саме тому особистісно-орієнтований підхід стає одним із ключових принципів навчання. Він передбачає використання комплексу методів, спрямованих на розкриття потенціалу кожного учня з урахуванням його індивідуальних особливостей, рівня підготовки та творчих здібностей [1]. Додатково цей підхід сприяє формуванню впевненості у власних силах і відповідальності за результат своєї діяльності. Основою такої освітньої моделі є індивідуалізація навчання, де диференціація виступає головним інструментом урахування особливостей кожного учня [2]. Це дозволяє відмовитися від шаблонних методів і перейти до більш гнучких форм взаємодії, які відповідають реальному рівню знань і навичок дітей.

У навчальному предметі «Технології» це проявляється особливо яскраво, адже учні відрізняються за рівнем розвитку моторики, просторового мислення та практичним досвідом роботи з інструментами. Врахування цих факторів дає можливість вчителю адаптувати складність завдань і обсяг самостійної роботи прямо в процесі виготовлення виробів, підвищуючи ефективність навчання. На практиці це реалізується через багаторівневі завдання. Наприклад, під час роботи з деревиною учні початкового рівня виконують вироби за чіткими інструкціями (кухонна дошка, годівниця), зосереджуючись на точності та базових навичках обробки. Учні з вищим рівнем підготовки залучаються до більш складної та самостійної діяльності, що передбачає

повноцінне проєктування виробів. Вони не лише виконують завдання, а й активно змінюють конструкцію, продумують функціональність майбутнього виробу, розробляють власні ескізи оздоблення та здійснюють необхідні розрахунки матеріалів. Такий підхід сприяє розвитку інженерного мислення, креативності та вмінню приймати обґрунтовані рішення. У галузі текстильних технологій це проявляється у можливості вибору: одні учні працюють за готовими викрійками, удосконалюючи базові навички, тоді як інші створюють авторські моделі з використанням складніших технік оздоблення та індивідуальних дизайнерських рішень.

Важливе місце у навчальному процесі займають творчі проєкти, в яких диференціація досягається через розподіл ролей між учасниками. Наприклад, під час створення макета «Еко-місто» кожен учень виконує свою функцію відповідно до здібностей: один відповідає за технічне виконання та збирання конструкцій, інший – за художнє оформлення і дизайн, а третій – за цифрову частину, зокрема 3D-візуалізацію. Такий підхід не лише підвищує ефективність роботи, а й формує навички командної взаємодії та відповідальності за спільний результат. Застосування сучасних цифрових інструментів, зокрема 3D-моделювання та віртуальних середовищ, дозволяє учням ще до початку практичної роботи побачити майбутній результат. Це значно підвищує їхню мотивацію, зацікавленість і впевненість у власних можливостях. Крім того, попереднє моделювання допомагає виявити та виправити можливі помилки на етапі планування, що дозволяє ефективніше використовувати час і ресурси. Поєднання практики та диференційованого підходу забезпечує розвиток учнів і підготовку до сучасних викликів, створюючи умови для реалізації потенціалу та формування самостійної й відповідальної особистості.

Список використаних джерел

1. Корчак Я. (2015). Як любити дитину. Львів : Видавництво Старого Лева. С.65.
2. Назаренко Т. М. (2013). Використання інформаційних технологій у навчальному процесі. Київ : Видавництво Києво-Могилянської академії. С. 33.

Пересунько Анастасія
Науковий керівник – доц. Гуцуляк І. І.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ КРИВИХ Х-ХВИЛЬОВОЇ ДИФРАКЦІЇ ВІД ДЕФОРМОВАНИХ ШАРІВ МОНОКРИСТАЛІВ

Дослідження структурних властивостей кристалів у межах рентгенівської дифрактометрії нерозривно пов’язане з аналізом складних масивів даних, таких як дифракційні криві та карти оберненого простору [1]. Традиційні підходи до інтерпретації параметрів ґратки й дефектної структури передбачають застосування громіздких розрахунків, що робить процес обчислень рутинним та підвищує ймовірність виникнення похибок. З іншого боку, сучасна наукова практика вимагає високої точності та оперативності, які складно забезпечити за допомогою обмежених інструментів. Тому актуальним є впровадження спеціалізованих програмних засобів, здатних автоматизувати обробку дифракційних даних та підвищити точність визначення параметрів дефектної структури кристалів.

Рентгенівська дифракція є одним із основних методів дослідження кристалічних матеріалів, зокрема тонких плівок та іонно-імплантованих приповерхневих шарів. Аналіз дифракційних кривих дозволяє отримувати інформацію про внутрішні напруження, дефекти та ступінь структурної досконалості матеріалу, що робить автоматизацію цих процесів критично важливою для дослідження сучасних складних матеріалів. Метою роботи є розробка програмного забезпечення для обробки експериментальних даних, моделювання процесів розсіяння рентгенівського випромінювання та визначення параметрів дефектної структури кристалів.

Розроблено програмне забезпечення, яке призначене для моделювання кривих дифракційного відбиття (КДВ) та деформаційних профілів у приповерхневих шарах кристалічних структур. Програмний комплекс реалізовано мовою Python із використанням спеціалізованих бібліотек NumPy для матричних обчислень, Matplotlib для графічної візуалізації та PySide6 для побудови

інтерактивного інтерфейсу користувача [2-4]. Такий підхід дозволяє автоматизувати складні ітераційні процеси та значно підвищити оперативність обробки експериментальних масивів даних.

Алгоритм базується на методі інтегральних характеристик для швидкої оцінки глибини порушеного шару та максимального значення деформацій. Крім того проводиться поглиблене уточнення якісного та кількісного розподілів деформацій і порушень шляхом розв'язку оберненої задачі дифракції. Для цього використовується набір експоненційних функцій, що описують профіль деформації за глибиною, а корекція моделі забезпечується шляхом ітераційних підгонок для покращення кореляції даних від еталонних та оброблених зразків, що забезпечує максимально можливий збіг між розрахованою теоретичною моделлю та експериментальними дифракційними кривими.

Програма побудована на положеннях динамічної теорії розсіяння, що передбачає розрахунок комплексних Фур'є-компонент поляризованості χ_h. Алгоритм враховує структурний фактор розсіяння, теплові коливання атомів через фактор Дебая-Валлера та комплексні дисперсійні поправки. Також, ПЗ містить інструментарій для попередньої обробки даних (нормалізація, згладжування, визначення FWHM), що робить його універсальним засобом для дослідження структурної досконалості сучасних напівпровідникових матеріалів методами високороздільної рентгенівської дифрактометрії.

Список використаних джерел

1. Кладько В.П., Єфанов О.М., Мачулін В.Ф., Молодкін В.Ю. (2011). Динамічна дифракція Х-променів у багатошарових структурах. НАН України, Ін-т фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова. Київ : Наукова думка, 219 с. (Проєкт «Наукова книга»).
2. NumPy documentation. Version: 2.4 URL: https://numpy.org/doc/stable/ (дата звернення: 31.03.2026).
3. Matplotlib 3.10.8 documentation URL: https://matplotlib.org/stable/index.html (дата звернення: 31.03.2026).
4. Qt for Python. URL: https://doc.qt.io/qtforpython-6/index.html (дата звернення: 31.03.2026).

Єлена Перчик
Науковий керівник – ст.наук.сп.-к. Домініков М.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНДУКТИВНИХ І ПРОМЕНЕВИХ ЗАВАД У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Електромагнітна сумісність є критичним фактором для надійної роботи сучасних енергосистем, особливо в умовах широкого впровадження нетрадиційних джерел енергії та силової електроніки. Завади, що виникають у таких мережах, прийнято ділити на дві великі групи: кондуктивні та променеві [1].

Для дослідження впливу завад на елементи мережі використовується модель системи «генератор – ємнісний компенсатор – навантаження». Це дозволяє простежити, як імпульсні спотворення впливають на компенсатори реактивної потужності, які найбільш чутливі до гармонійного складу напруги [2].

Результати моделювання та закономірності:

1. **Зміна параметрів струму:** При накладанні періодичних прямокутних імпульсів на основну синусоїду живлення спостерігається значне зростання діючого значення струму в компенсаторі. Це зростання відбувається за експоненційним законом залежно від амплітуди завади.

2. **Вплив фазового зсуву:** Найбільш негативний вплив завада має при синфазній роботі з генератором живлення (коли піки завади збігаються з піками напруги). У цьому випадку площа під графіком напруги різко збільшується, що призводить до перегріву обладнання та спотворення характеристик навантаження.

3. **Обмінна потужність:** Наявність завад різної форми (прямокутної, трикутної) змінює характер обмінних процесів у системі. Наприклад, при дії вищих гармонік обмінна потужність може досягати пікових значень у певному діапазоні кутів зсуву фаз, що потребує додаткової фільтрації.

У магістральних лініях електропередачі (330–750 кВ) кондуктивні завади можуть переростати в тривалі резонансні перенапруги.

- **Лінійний резонанс:** Виникає через взаємодію розподіленої ємності довгих ліній та індуктивності шунтуючих реакторів. Це

може призвести до підвищення напруги до рівня 1,3–1,4 від номінальної, що загрожує виходом з ладу ізоляції та захисних апаратів – обмежувачів перенапруг.

- **Феморезонанс:** Складніше явище, пов’язане з насиченням сталевих осердь трансформаторів. Він характеризується можливістю існування кількох сталих режимів в одній схемі, частина з яких небезпечні (хаотичні).

Для запобігання цим явищам необхідно використовувати методи розладнання резонансних контурів, наприклад, через підключення спеціальних компенсаційних реакторів у нейтраль шунтуючих реакторів [2].

Променеві завади виникають як результат випромінювання енергії кабелями та джгутами, по яких протікають великі за значенням кондуктивні завади (особливо високочастотні).

Методика оцінки випромінювання: Рівень променевої завади (напруженість поля) безпосередньо залежить від спектрального складу струму в кабелі та геометричної форми провідника. Для автономних систем живлення запропоновано емпіричний алгоритм: замість складних вимірювань поля можна оцінити коефіцієнт випромінювання конкретного кабелю, знаючи параметри кондуктивної завади на його початку [3].

Це дозволяє на етапі проєктування розрахувати сумарне поле випромінювання системи як векторну суму полів від кожного окремого кабелю. Головним методом боротьби з такими завадами є екранування та використання високочастотних фільтрів на виходах електронних модулів.

Список використаних джерел

1. Домініков М.М., Бурковець Д.М. (2007). Електроживлення пристроїв і систем : навч.посіб. Чернівці : Рута. 116 с.
2. Лазебний В.С., Пілінський В.В., Швайченко В.Б. (2023). Електромагнітна сумісність електронних засобів : навч.посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 343 с.
3. Weston, David A. (2016). Electromagnetic compatibility : methods, analysis, circuits, and measurement. Third edition. Boca Raton: Taylor & Francis, CRC Press. 1150 p.

Олександр Побігун
Науковий керівник – доц. Маник О.М.

ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ НА ОСНОВІ Cd–Zn–Sb

Потрійні системи Cd–Zn–Sb є перспективними термоелектричними матеріалами завдяки поєднанню сприятливих електричних і теплових властивостей [1]. Моделювання сплавів системи Cd–Sb з позицій хімічного зв'язку переважно зводиться до аналізу співвідношення металевої та ковалентної складових взаємодії, що визначає формування інтерметалідних фаз. Сполуки системи Zn–Sb знаходяться на межі між металами та напівпровідниками [2], а фази ZnSb і Zn_4Sb_3 характеризуються високими термоелектричними властивостями, зумовленими особливостями міжатомної взаємодії.

Разом з тим, отримання матеріалів із заданими властивостями у системах Cd–Zn–Sb ускладнюється складністю їх фазової поведінки. Зміна концентрацій компонентів призводить до утворення твердих фаз змінного складу – від щільноупакованих кристалічних структур до шаруватих, що супроводжується фазовими перетвореннями як у рідкому, так і в твердому станах та визначає фізико-хімічні властивості матеріалів [3]. Унаслідок нелінійності та багатокомпонентності таких систем, більшість технологічних аспектів їх синтезу досі вирішується експериментально, тоді як існуючі теоретичні підходи не завжди дозволяють прогнозувати формування фаз із наперед заданими властивостями.

У зв'язку з цим у даній роботі поставлено задачу узагальнити можливості існуючих моделей шляхом поєднання термодинамічного, статистичного та квантово-хімічного підходів, а також провести розрахунок параметрів хімічного зв'язку в потрійних системах Cd–Zn–Sb з метою встановлення їх впливу на формування структури та властивостей матеріалів.

Результати розрахунків ефективних радіусів $R_U^{Cd,Sb}$, перерозподілу ефективних зарядів Δq_i та енергії дисоціації D_i в залеж-

ності від міжатомних відстаней d_i нееквівалентних гібридних орбіталей (НГО) Cd–Sb наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Ефективні радіуси $R_U^{Cd,Sb}$, ефективні заряди $\Delta q(\varphi_i)$ та енергії дисоціації $D(\varphi_i)$ в кристалах Cd–Sb в залежності від міжатомних відстаней d_i

НГО / Параметри	Cd-Sb					
	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6
d_i(Å)	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
R_U^{Cd}(Å)	1,42	1,48	1,53	1,6	1,65	1,71
R_U^{Sb}(Å)	1,38	1,42	1,47	1,5	1,55	1,59
$\Delta q(\varphi_i)$	0,27	0,1	-0,06	-0,21	-0,4	-0,55
$D_i(\varphi_i)$eV	2,061	1,989	1,922	1,859	1,800	1,746

Як випливає з отриманих результатів, із ростом міжатомних відстаней енергія дисоціації хімічних зв'язків зменшується, а перерозподіл електронної густини в інтервалі міжатомних відстаней $2.9 \leq d_i \leq 3.0$ Å змінює знак. Це означає, що за певних умов хімічні зв'язки можуть бути як донорами, так і акцепторами і впливати на формування фізичних властивостей і тип провідності отримуваних матеріалів. Аналогічні розрахунки проведені для кристалів Zn–Sb.

Отримані результати можуть бути використані в технологічних розробках синтезу матеріалів на основі Cd–Zn–Sb.

Список використаних джерел

1. Manyk O. M., Manyk T. O., Bilynskyi-Slotylo V. R. (2023). Theoretical models of ordered alloys of ternary systems of thermoelectric materials: Chemical bond and state diagrams of Cd–Zn–Sb. *Journal of Thermoelectricity*. No. 1. P. 24–32. https://doi.org/10.63527/1607-8829-2023-1-24-32.
2. Liu Y., Tedenac J.-C. (2009). Thermodynamic modeling of the Cd–Sb–Zn ternary system. *Calphad*. Vol. 33, No. 4. P. 684-694.
3. Маник О. М. (1999). Багатофакторний підхід в теоретичному матеріалознавстві. Чернівці: Прут. 432 с.

Надія Погурська
Науковий керівник – асист. Огірко М.О.

РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДИТЯЧИХ НАВЧАЛЬНИХ КАРТОК

У сучасній дошкільній освіті розробка навчальних карток із зображеннями є ефективним методом пізнання навколишнього світу для дітей. Такий підхід до навчання поєднує гру та засвоєння нової інформації, що сприяє розвитку уваги, пам'яті та мовлення. Один з ефективних навчальних інструментів – картки із зображеннями тварин, їх назвами та звуками. Серед переваг створення цілісного зображення на звороті карток, яке під час складання формує інтерес дітей до виконання завдання та допомагають розвивати їхнє логічне мислення та концентрацію [3]. Аби картки було комфортно зберігати та належно захищати, облаштовано спеціальну коробку з відповідною тематичною етикеткою, куди картки складатимуться після застосування.

Рішення зупинитися саме на форматі навчальних карток визначається їхньою практичністю користування та високою результативністю при роботі з малечою дошкільного віку. Діти з огляду на свій вік звично мають не надто стійку увагу, що зумовлено їхніми особистісними характеристиками та віковими особливостями. Вони сприймають інформацію передусім цілісно, тому важливо розвивати їхню здатність до аналізу окремих елементів зображення та пов'язувати їх із загальним змістом. Окрім цього, ці картки зручно використовуються як в самостійній діяльності дитини, чи то у забавах, так і під час занять, завдяки своїй простоті [1].

З метою формування оригінальних авторських ілюстрацій передбачається залучення графічного редактора Krita, так і для оформлення карток, розташування всієї інформації та доведення макетів до стадії друку, буде застосовано програми CorelDRAW та Adobe Photoshop.

На етапі додрукарської підготовки особлива увага приділяється читабельності зображення та гармонійному поєднанню тексту з ілюстраціями, а також шрифтовому оформленню так і кольоровій гамі.

У процесі друку навчальних карток та наліпок для коробки використовується технологія цифрового друку, яка забезпечує високоякісне відтворення кольорів, чіткість деталь та економічно ефективна для виробництва навчальних друкованих матеріалів малими та середніми тиражами [2].

Подальша обробка надрукованого матеріалу включає їх ламінування для подальшого захисту від різного роду механічних факторів та зовнішнього забруднення, що продовжує експлуатаційний термін у роботі з дітьми. Після чого відбувається різання аркушів картону, з яких формуються окремі картки потрібного розміру та округлення кутів.

За допомогою продуманого дизайну розвивальних карток для дітей дає змогу зробити інтуїтивно захопливий навчальний матеріал, що відповідатиме потребам дошкільнят. Слід пам’ятати про баланс між візуальними образами, текстовим наповненням та палітрою кольорів, аби максимізувати засвоєння інформації маленькими користувачами.

Список використаних джерел

1. Барташнікова І. А., Барташнікова О. О. (2007). Розвиток уваги та навиків навчальної діяльності: навч. посіб. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан. 40 с.
2. Кулішова Н. Є., Яценко Л. О., Ткаченко В. П. (2024). Технологія поліграфічного виробництва: навч. посіб. Харків.
3. Тронь Л. Р. Мнемотехніка – технологія засвоєння інформації в умовах сучасної освіти. Всеосвіта: національна освітня платформа. URL: https://vseosvita.ua/library/mnemotehnika-tehnologia-efektivnogo-zasvoenna-informacii-v-umovah-sucasnoi-osviti-183609.html (дата звернення: 30.03.2026).

Олександр Продан
Науковий керівник – доц. Воробець Г.І.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ МОДУЛЬ УПРАВЛІННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ RASPBERRY PI3B+ ДЛЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРА СФ-26

У сучасних умовах більшість вимірювальних систем характеризуються високою вартістю та обмеженою гнучкістю у використанні. Це особливо проявляється у випадках, коли виникає потреба в їх модернізації або адаптації під конкретні задачі користувача. Як правило, такі системи закриті з точки зору апаратної та програмної архітектури, що ускладнює внесення змін, розширення функціоналу або інтеграцію з іншими інформаційними системами. Тому особливо актуальне оновлення високоякісних, але морально застарілих приладів і вимірювальних систем через інтеграцію в них сучасних комп'ютерних засобів. Мета цих досліджень – розробка вбудованого мікропроцесорного модуля управління і обробки інформації для спектрофотометра СФ-26.

Створена система базується на взаємодії мікромодуля типу Arduino чи ESP32 та одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 3. Мікромодуль виконує функції безпосереднього керування апаратною частиною спектрофотометра та збору даних, тоді як Raspberry Pi 3 забезпечує обробку інформації, взаємодію з користувачем і можливість віддаленого доступу. Програмна реалізація системи здійснена з використанням мов C++ (для мікромодуля) та Python (для комп'ютера Raspberry Pi). Обмін даними між компонентами може бути організовано як за допомогою бездротового з'єднання Wi-Fi, так і безпосередньо, що дозволяє забезпечити гнучкість та масштабованість системи. Отримані результати вимірювань зберігаються у форматі CSV, що забезпечує зручність подальшого аналізу.

Робота системи включає кілька етапів: зчитування даних зі спектрофотометра, передача їх на центральний модуль, обробка та збереження результатів, а також відображення через користувацький інтерфейс (рис.1). Додатково реалізовано алгоритми

інтелектуального калібрування вимірювального тракту, корекції похибок вимірювання та smart опрацювання та аналізу даних.

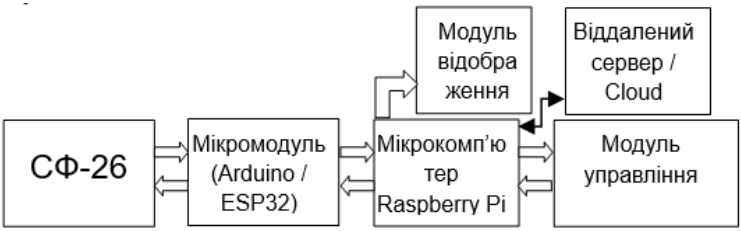


Рис. 1. Взаємодія мікромодуля, спектрофотометра СФ-26 та одноплатного мікрокомп'ютера Raspberry Pi3 B

Розроблена система значно зменшує вплив людського фактора та підвищує загальну точність і повторюваність вимірювань. Завдяки використанню мікромодуля Arduino чи ESP32 та одноплатного комп'ютера Raspberry Pi забезпечується швидке зчитування, обробка та збереження даних у цифровому вигляді, що спрощує їх подальший аналіз і інтерпретацію. Крім того, реалізований користувацький інтерфейс робить взаємодію з приладом більш зручною та інтуїтивно зрозумілою, а також дозволяє здійснювати моніторинг процесу вимірювання в реальному часі, пошук ділянок спектрів із певними особливостями та можливість застосування математичного апарату для обробки даних.

Перспективи розвитку полягають у розширенні функціональних можливостей, зокрема інтеграції з хмарними сервісами для віддаленого зберігання й обробки даних, реалізації системи віддаленого доступу та керування, а також використанні елементів аналітики, машинного навчання для більш глибокого аналізу результатів вимірювань.

Список використаних джерел

1. Raspberry Pi 3 Model B+. URL: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/ (дата звернення: 29.03.2026).

Андрій Рабінчак
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

НОВІТНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ У VPN: ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА КРИПТОГРАФІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПРОТОКОЛУ WIREGUARD

Сучасний розвиток корпоративних та державних мереж супроводжується зростанням потреби у безпечному віддаленому доступі. Традиційні VPN-рішення (IPsec, OpenVPN), попри статус стандарту, дедалі частіше виявляють обмеження щодо продуктивності та складності аудиту. Їх громіздка кодова база створює додаткові вектори атак, що загрожує компрометацією даних. Це зумовлює необхідність переходу до більш оптимізованих і криптографічно стійких технологій, які відповідають сучасним вимогам інформаційної безпеки.

На основі проведеного аналізу архітектури сучасних VPN-рішень, можна виокремити ключові переваги та інноваційні підходи протоколу WireGuard у контексті захисту мереж [1, 2]:

- мінімізує площину атаки завдяки компактній кодовій базі (близько 4000 рядків проти понад 100 000 у OpenVPN чи IPsec), що значно спрощує аудит безпеки та зменшує ризик прихованих вразливостей нульового дня;
- застосовує сучасні криптографічні алгоритми, відмовляючись від застарілих стандартів зі слабкими шифрами (Curve25519 для обміну ключами, ChaCha20 для шифрування та Poly1305 для автентифікації), що забезпечує стійкість до атак типу downgrade і високий рівень захисту даних;
- забезпечує стійкість до сканування завдяки механізму Cryptokey Routing, який блокує неавтентифіковані пакети. Це робить шлюз «невидимим» для мережевих сканерів і ефективно протидіє спробам розвідки з боку зловмисників.

Згідно зі звітом Zscaler [3] та дослідженням GreyNoise [4], 92% організацій занепокоєні ризиком проникнення програм-вимагачів через вразливості класичних VPN, а 65% планують перехід на архітектуру Zero Trust Network Access (ZTNA) найближчим часом.

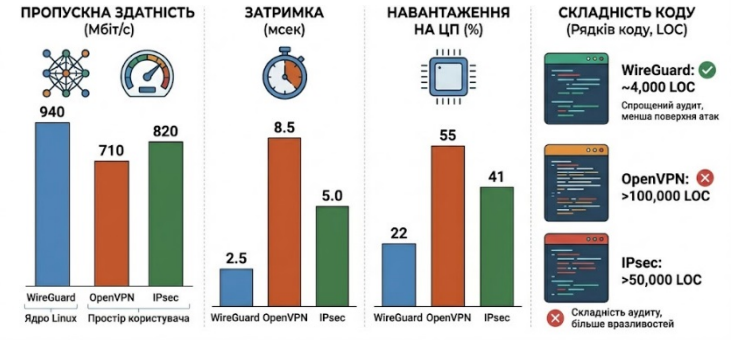


Рис. 1. Порівняльний аналіз пропускної здатності та затримок VPN-протоколів

Оцінити повний потенціал інтеграції WireGuard у масштабні мережі наразі складно через низку обмежень: відсутність вбудованого динамічного розподілу IP-адрес, потребу адаптації до парадигми ZTNA та специфіку збереження IP-адрес клієнтів у пам'яті сервера, що вимагає додаткових конфігурацій для забезпечення анонімності.

Отже, сучасний рівень безпеки VPN-мереж визначається не лише застосуванням надійних протоколів, а й здатністю фахівців ефективно інтегрувати інноваційні криптографічні рішення в існуючі інфраструктури. Важливе не тільки вибір технології, але й грамотна її адаптація до реальних умов експлуатації, що дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з вразливостями та складністю адміністрування.

Список використаних джерел

1. Donenfeld, J. A. (2017). WireGuard: Next Generation Kernel Network Tunnel. NDSS Symposium. URL: https://www.wireguard.com/papers/wireguard.pdf
2. Інформація щодо сучасних криптографічних стандартів: https://csrc.nist.gov/
3. Zscaler. (2025). VPN Risk Report: The Shift to Zero Trust https://www.zscaler.com/learn/2025-vpn-risk-report
4. GreyNoise. (2026). State of the Edge Report: Exploitation of Remote Access Services. URL: https://www.greynoise.io/blog/2026-greynoise-state-of-the-edge-report-where-attacks-concentrate-defenses-fall-short

Олександр Ратушенко, Богдан Гуцуляк
Науковий керівник – доц. Лесінський В.В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕАГУВАННЯ НА МЕРЕЖЕВІ ІНЦИДЕНТИ НА БАЗІ ROUTEROS

Зростання кількості кіберзагроз, ускладнення методів атак та їх автоматизація зумовлюють необхідність переходу від пасивного моніторингу мереж до інтелектуальних систем, здатних не лише виявляти інциденти, але й оперативно реагувати на них без безпосереднього втручання адміністратора. У сучасних умовах традиційні підходи до адміністрування мереж, що базуються на ручному аналізі логів та статичних правилах фільтрації, виявляються недостатньо ефективними, особливо у випадку розподілених або високонавантажених інфраструктур, що актуалізує потребу у створенні інтегрованих автоматизованих рішень.

На фоні вищевказаного особливої уваги заслуговують можливості операційної системи компанії MikroTik – RouterOS, яка забезпечує широкий набір інструментів для аналізу трафіку, фільтрації пакетів, ведення журналів подій та автоматизації керування мережею. Завдяки підтримці механізмів Firewall, Traffic Flow, системи логування та API-доступу, RouterOS може виступати не лише як маршрутизатор, але і як базова платформа для побудови систем виявлення та реагування на інциденти.

Метою роботи є розробка інтелектуальної системи моніторингу мережевої інфраструктури, що реалізує функції виявлення, класифікації та автоматизованого реагування на мережеві інциденти у середовищі RouterOS. Основна ідея полягає у поєднанні методів аналізу мережевого трафіку з механізмами прийняття рішень, що дозволяє забезпечити адаптивну реакцію на зміну стану мережі.

Запропонована система передбачає використання багаторівневої архітектури, яка включає модулі збору даних, аналітичної обробки, прийняття рішень та виконання реакцій. Збір даних здійснюється за допомогою вбудованих засобів RouterOS, зокрема аналізу мережевих потоків, журналів подій та статистики з’єд-

нань. Отримані дані передаються до аналітичного модуля, де здійснюється їх обробка з використанням як порогових методів, так і поведінкового аналізу, що дозволяє виявляти аномалії у трафіку.

Особливістю розробленого підходу є застосування гібридної моделі прийняття рішень, яка поєднує rule-based підхід із елементами адаптивного аналізу. Це дозволяє не лише ідентифікувати типові загрози, такі як сканування портів, brute-force атаки або DDoS, але й виявляти нетипову поведінку, що може свідчити про нові або модифіковані атаки. У разі виявлення інциденту система автоматично формує відповідну реакцію, яка реалізується засобами RouterOS, зокрема шляхом динамічного оновлення правил міжмережевого екрану, додавання IP-адрес до списків блокування або обмеження пропускної здатності.

Важливим аспектом є можливість інтеграції запропонованої системи з зовнішніми засобами виявлення вторгнень, такими як Snort, що дозволяє розширити функціональність аналізу та підвищити точність виявлення загроз за допомогою використання API RouterOS.

Реалізація системи передбачає моделювання типових сценаріїв атак, серед яких сканування портів, підбір облікових даних та атаки типу відмови в обслуговуванні. Експериментальні дослідження та отримані результати свідчать про доцільність використання інтелектуальних механізмів автоматизації у задачах мережевої безпеки.

Запропонований підхід дозволяє підвищити рівень захищеності мережевої інфраструктури за рахунок зменшення часу реакції на інциденти, зниження навантаження на адміністратора та забезпечення адаптивності системи до сучасних кіберзагроз.

Список використаних джерел

1. MikroTik Documentation. RouterOS Manual. [Режим доступу: https://help.mikrotik.com/docs/]
2. Behl B., Behl K. (2016). Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know. Oxford University Press.

Микола Ратушняк
Науковий керівник – проф. Остапов С.Е.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АСИМЕТРИЧНОГО ШИФРУ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

У сучасних умовах, зокрема під час воєнного стану в Україні, потреба в надійних механізмах захищеного обміну повідомленнями суттєво зростає. У ситуаціях, коли неможливо гарантувати захист каналу зв'язку від перехоплення, особливого значення набувають криптографічні системи з публічним ключем, які дають змогу здійснювати шифрування у відкритому середовищі без попереднього розповсюдження спільного секрету. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є використання клітинних автоматів (КА), застосування яких в криптографічних перетвореннях, зокрема під час побудови симетричних схем шифрування, активно розглядається в сучасних дослідженнях [1], що додатково підкреслює актуальність розвитку підходів на їх основі.

У даній роботі розглядається та практично реалізується підхід до побудови криптосистеми публічного ключа на основі оборотних клітинних автоматів [2]. Сутність ідеї полягає у використанні послідовності оборотних правил КА, кожне з яких допускає ефективне обернення за наявності відповідної структурної інформації. Після композиції цих правил отримується єдине композитне перетворення, яке може бути оприлюднене як публічний ключ і використовуватись для шифрування повідомлень. У якості приватного ключа адресат використовує подання цього перетворення зі збереженою структурою послідовності, що дає змогу дешифрування шляхом послідовного застосування обернених правил у зворотному порядку. Отже, при коректно підібраних параметрах задачі, обчислення прямого перетворення для легітимного шифрування практично здійсненне, тоді як задача відновлення прихованої структури за публічним ключем розглядається як обчислювально складна.

У межах виконаного дослідження було розроблено програмну реалізацію асиметричної криптосистеми, що включає:

1) генерацію пари ключів із використанням криптографічно стійкого джерела випадковості;
2) збереження ключових даних у компактному бінарному форматі для подальшого використання;
3) підтримку операцій шифрування повідомлень за публічним ключем та дешифрування за приватним ключем.

Для зменшення витрат пам’яті та уникнення дублювання структур застосовано підхід hash-consing [3]: однакові мономи перевикористовуються через кеш, що знижує кількість алокацій і прискорює операції композиції. Для однозначного інтернінгу мономів використано інкрементальний комутативний хеш множини індексів його елементів; колізії розв’язуються під час додавання до пулу шляхом перевірки структурної рівності мономів і вибору вільного ключа кешу.

Отримані результати підтверджують, що підхід на основі оборотних клітинних автоматів може бути покладений в основу практичної реалізації прототипів асиметричних криптосистем. Подальший розвиток роботи доцільно спрямувати на проведення ширшого аналізу стійкості й порівняльного тестування з іншими класами конструкцій. У перспективі це дозволить точніше окреслити області застосування запропонованої схеми та вимоги до її параметрів у практичних сценаріях захищеного обміну даними.

Список використаних джерел

1. Symmetrical Cryptosystems based on Cellular Automata / S. Ostapov та ін. International Journal of Computer Mathematics. 2023. Т. 22. С. 15–20. URL: https://doi.org/10.47839/ijc.22.1.2874.
2. George C. S., Anghelescu P. (2024). Reversible Cellular Automata Based Cryptosystem. *Electronics.* Т. 13. URL: https://doi.org/10.3390/electronics13132515.
3. Efficient Symbolic Computation via Hash Consing / B. Zhu та ін. *arXiv e-prints*. 2025. URL: https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.20534.

Богдана Редько
Науковий керівник – доц. Газдюк К.П.

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ВІРТУАЛЬНОГО ТУРУ ПРИМІЩЕННЯМИ

З розвитком вебтехнологій та засобів візуалізації даних зростає інтерес до створення інтерактивних цифрових середовищ, що дозволяють користувачам досліджувати об'єкти дистанційно. Одним із таких напрямів є віртуальні тури, які широко застосовуються у сфері освіти, нерухомості, туризму та презентації інфраструктури. Вони забезпечують зручний спосіб ознайомлення з просторовими об'єктами без фізичної присутності, що особливо актуально в умовах цифровізації суспільства [1].

Основою віртуальних турів є використання панорамних зображень або відео, які дозволяють відтворити простір у вигляді, максимально наближеному до реального. Завдяки таким технологіям користувач отримує можливість самостійно керувати напрямком огляду, змінювати ракурс перегляду та переходити між окремими локаціями, що створює ефект присутності й підвищує рівень залученості у процес взаємодії з цифровим середовищем[2].

Важливою складовою системи є організація структури віртуального середовища, яка передбачає розподіл приміщення на окремі сцени та встановлення зв'язків між ними. Завдяки цьому користувач може переміщуватися переміщуватися між різними точками, формуючи цілісне уявлення про об'єкт. Інтерактивні елементи, розміщені у відповідних позиціях панорами, виконують роль переходів або інформаційних підказок, що покращує навігацію та підвищує інформативність системи.

Незважаючи на активний розвиток зазначених технологій, існують певні обмеження, пов'язані з якістю панорамних даних, складністю їх підготовки, необхідністю коректного відображення просторової геометрії, а також адаптацією програмного рішення до різних пристроїв і умов використання. Важливими аспектами також є швидкодія вебзастосунку, зручність інтерфейсу та забезпечення плавної навігації між сценами. Крім того, використання

обладнання з обмеженим кутом огляду може впливати на повноту відтворення простору, що потребує додаткової обробки або оптимізації отриманих даних.

Для практичної реалізації таких систем та подолання зазначених технічних викликів застосовуються сучасні веб-технології та програмні бібліотеки. Вони дають змогу обробляти просторові дані та відображати їх безпосередньо у браузері без встановлення додаткового програмного забезпечення. Зокрема, ефективним інструментом для побудови віртуального простору є спеціалізована JavaScript-бібліотека Pannellum. Її використання забезпечує математично точну корекцію візуальних спотворень на панорамах, підтримує зручну інтеграцію навігаційних міток та гарантує стабільну швидкодію проєкту на різних платформах.

Розробка інтерактивного віртуального туру приміщеннями є перспективним напрямом, що поєднує сучасні підходи до обробки зображень, веброзробки та візуалізації даних. Реалізація таких систем забезпечує створення ефективного інструменту для представлення просторової інформації, який може бути використаний у різних сферах діяльності та має потенціал для подальшого розвитку і вдосконалення. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення функціональності системи, інтеграцію з технологіями віртуальної та доповненої реальності, а також автоматизацію процесів створення та оновлення віртуальних турів [3].

Список використаних джерел

1. Віртуальний тур – *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Віртуальний_тур
2. Bowman D. A., McMahan R. P. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? Computer. Т. 40, № 7. С. 36–43. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/4287241
3. Li L. Creating panorama virtual tour systems. Advances in Multimedia Information Processing – PCM 2024. Cham: Springer, 2024. С. 101–109 URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-96-4749-1_12

Андрій Рихло
Науковий керівник – доц. Архелюк О.Д.

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЛЕЄВСЬКОГО ЗГАСАННЯ СИГНАЛУ В PYTHON

Релеївське згасання використовується для моделювання згасання з часом, коли немає значного шляху LOS. Коли є домінуючий шлях LOS, модель згасання Райса стає більш придатною, але ми зосередимося на релеївському. Зауважте, що моделі Релея та Райса не враховують первинні втрати на шляху між передавачем і приймачем (наприклад, втрати на шляху, розраховані як частина бюджету каналу), або будь-яке затінення, спричинене великими об'єктами. Їхня роль полягає в моделюванні багатопроменевих згасань, які виникають з часом в результаті руху та розсіювачів у середовищі.

Модель релеївських згасань випливає з багатьох теоретичних висновків, таких як вирази для швидкості перетину рівнів та середньої тривалості згасання. Але модель релеївських згасань безпосередньо не говорить нам, як насправді моделювати канал за допомогою цієї моделі. Щоб генерувати релеївські згасання в симуляції, нам потрібно використовувати один із багатьох опублікованих методів [1,2], і в наступному прикладі Python будемо використовувати метод Кларка «сума синусоїд».

Щоб згенерувати канал із затуханням Релея в Python, спочатку потрібно вказати максимальний доплерівський зсув у Гц, який базується на швидкості руху передавача та/або приймача, позначений як ΔV_D

Коли швидкість мала порівняно зі швидкістю світла, що завжди буде мати місце в бездротовому зв'язку, доплерівський зсув можна розрахувати як:

$F_D = \Delta V_D \, f_c/c$,

де c – швидкість світла, f_c – несуча частота, на якій передається.

Ми також вибираємо, скільки синусоїд моделювати, і правильної відповіді немає, оскільки вона базується на кількості

розсіювачів у середовищі, яку ми насправді ніколи не знаємо. У рамках розрахунків припускаємо, що фаза прийнятого сигналу з кожного шляху є рівномірно випадковою. Наступний код імітує канал із затуханням Релея за допомогою методу Кларка.

Якщо необхідно використовувати цю модель каналу як частину більшого моделювання, слід просто помножити прийнятий сигнал на комплексне число z, що представляє собою плоске згасання. Значення z потім оновлюватиметься з кожним кроком у часі. Це означає, що всі частотні компоненти сигналу потрапляють в один і той самий канал у будь-який момент часу, тому ми не будемо моделювати частотно-селективне згасання, яке вимагає імпульсної характеристики багатоканального каналу, яку ми не розглядатимемо. Якщо ми подивимося на величину z, ми побачимо релеївське згасання з часом (рис. 1):

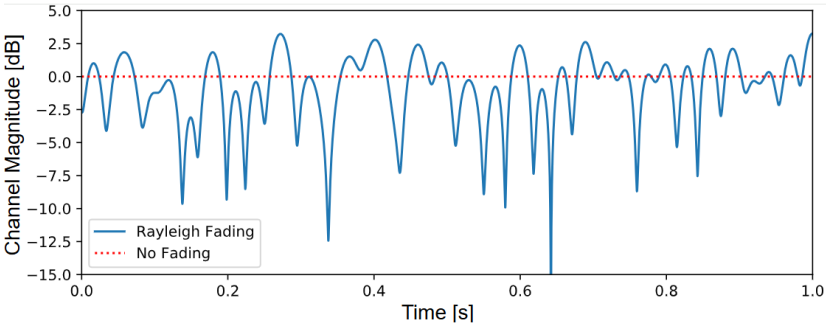


Рис. 1. Релеївське згасання з часом

Зверніть увагу на глибокі затухання, які відбуваються короткочасно, а також на невелику частину часу, коли канал фактично працює краще, ніж якби затухання взагалі не було.

Список використаних джерел

1. R. H. Clarke. (1968). A statistical theory of mobile-radio reception. *Bell System Technical Journal.* Vol. 47, pp. 957–1000.
2. T. S. Rappaport (December 31, 2001). Wireless Communications: Principles and Practice (2nd ed.). Prentice Hall PTR.

Іван Робуляк
Науковий керівник – Добрянський А.І.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ОСВІТНЬОГО ЖУРНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ AR-ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасних умовах розвитку цифрових технологій та модернізації освітнього середовища особливої актуальності набуває впровадження інноваційних підходів у поліграфію.

Одним із таких напрямів є використання технології доповненої реальності, яка поступово інтегрується у видавничу сферу. Незважаючи на значний потенціал, її застосування в освітніх журналах залишається недостатньо поширеним, що зумовлює необхідність теоретичного осмислення даного матеріалу.

Доповнена реальність зазвичай трактується як технологія, що дозволяє поєднувати реальний світ із віртуальними об'єктами в режимі реального часу. У поліграфії її застосування можна розглядати як спосіб розширення функціональних можливостей друкованої продукції шляхом добавлення інтерактивних, відео та аудіо матеріалів. Інтеграція AR у освітні журнали здатна забезпечити більш якісний рівень подання інформації, однак питання ефективності такого підходу потребує подальшого дослідження [1].

Сучасна поліграфія вже використовує різноманітні мультимедійні засоби, серед яких важливе місце займають QRкоди, цифрові посилання, відеоконтент та інтерактивні платформи. У журнальній продукції вони виконують функцію доповнення основного матеріалу, забезпечуючи доступ до розширеної інформації. Водночас можна припустити, що такі засоби мають певні обмеження у взаємодії з користувачем, що відкриває можливості для впровадження більш інтерактивних технологій [2].

Разом із тим, незважаючи на очевидні переваги, AR-технології не набули широкого поширення у поліграфії. Це дозволяє висунути припущення про наявність певних бар'єрів, які стримують їх впровадження. До таких факторів можна віднести технічні труднощі реалізації, необхідність використання додатко-

вих пристроїв, а також потребу у створенні спеціалізованого контенту. Крім того, важливим аспектом є економічна доцільність використання подібних рішень. Окремої уваги потребує і методичний аспект застосування AR у навчальних виданнях. Можна припустити, що ефективність використання таких технологій залежить не лише від технічної реалізації, але й від правильного педагогічного підходу. Без належного обґрунтування інтеграція AR може не забезпечити очікуваного результату або навіть ускладнити процес сприйняття інформації [3].

Отже, використання AR-технологій у освітніх журналах є перспективним напрямом, але зумовлює певні проблеми та бар'єри які потребують комплексного дослідження. Подальший аналіз дозволить визначити доцільність застосування таких технологій, їх переваги та обмеження, а також окреслити умови ефективного використання у сучасній поліграфії.

Список використаних джерел

1. Billinghurst M., Clark A., Lee G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction*. Vol. 8(2–3). P. 73 – 272.
2. Law C., So S. (2010). QR Codes in Education and Communication. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. Vol. 5(1). P. 85 – 100.
3. Kipper G., Rampolla J. (2013). Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR. Waltham: Syngress. 158 p.

Тарас Рокочий
Науковий керівник – асист. Карачевцев А.О.

ЗАСТОСУНОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ДАНИХ ТРЕНУВАНЬ

Регулярні заняття спортом покращують здоров’я та якість життя, проте значна частина населення не займається фізичною активністю через відсутність системного підходу [1].

Актуальність роботи полягає у необхідності створення зручних програмних засобів, які б допомагали користувачам організовувати, відстежувати та аналізувати власну фізичну активність. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє автоматизувати процес ведення тренувань та підвищити мотивацію до занять спортом.

Метою роботи є розробка вебзастосунку для документування, відстеження та аналізу тренувального процесу. Для досягнення мети виконано аналіз предметної області, визначено функціональні вимоги, спроєктовано архітектуру та реалізовано програмний продукт.

У роботі реалізовано клієнт-серверний вебзастосунок із використанням трирівневої архітектури, що включає рівень представлення, бізнес-логіки та доступу до даних [2]. Серверна частина розроблена на платформі ASP.NET із використанням технології Entity Framework для взаємодії з базою даних PostgreSQL [3]. Для забезпечення безпеки доступу використано JWT-аутентифікацію [4].

Клієнтська частина реалізована із застосуванням фреймворку Angular, Вебзастосунок забезпечує можливість створення тренувань, планування занять у календарі, а також перегляду історії тренувального процесу.

Особливістю розробленого застосунку є наявність інструментів аналітики, які дозволяють користувачу відстежувати прогрес у вигляді графіків. Зокрема, реалізовано аналіз об’єму тренувань, максимальних ваг та розподілу вправ.

Це дозволяє оцінювати ефективність тренувального процесу та коригувати його відповідно до поставлених цілей (Рис. 1).

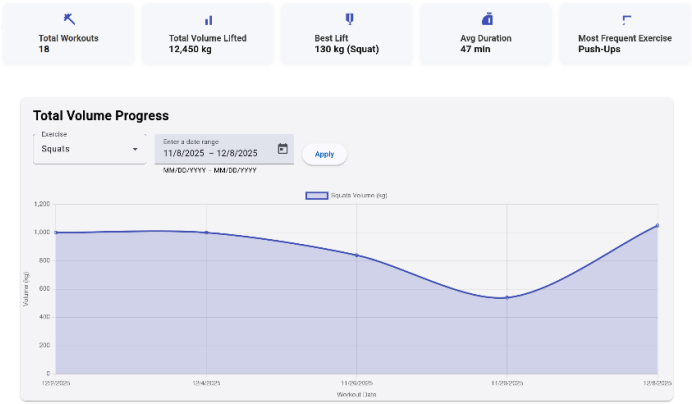


Рис. 1. Графік об'єму тренувань

Крім того, у системі передбачено використання моделі комп'ютерного зору YOLO для розпізнавання об'єктів, що може бути використано для подальшого розширення функціоналу, зокрема автоматичного визначення спортивного інвентарю [5].

Результатом роботи є функціональний вебзастосунок, який забезпечує комплексний підхід до організації тренувань. Запропоноване рішення може бути використане як початківцями, так і досвідченими користувачами для підвищення ефективності фізичної активності.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення аналітичних можливостей системи, інтеграцію рекомендаційних алгоритмів та вдосконалення моделей машинного навчання для персоналізації тренувального процесу.

Список використаних джерел

1. Warburton D. E. R., Bredin S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity. Current Opinion in Cardiology.
2. Fielding R. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures.
3. Microsoft Docs. ASP.NET Core documentation. URL: https://learn.microsoft.com/aspnet/core
4. Jones M., Bradley J., Sakimura N. (2015). JSON Web Token (JWT). RFC 7519.
5. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement. 2018.

Сергій Романюк
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ЯК ОСНОВА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТА ЗАХИЩЕНИХ КОРПУСІВ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Сучасний розвиток електроніки та радіотехнічних систем супроводжується зростанням вимог до енергоефективності, надійності та захищеності конструктивних елементів. Корпус пристрою, який традиційно виконує механічну та захисну функцію, нині розглядається як багатофункціональний елемент, що впливає на тепловий режим, електромагнітну сумісність та довговічність роботи системи [1]. Використання традиційних матеріалів, таких як метал чи пластик, має низку обмежень: значна маса, недостатня стійкість до агресивних середовищ, обмежені можливості екранування та теплоізоляції [2].

У цьому контексті актуальним є застосування сучасних композитів, які поєднують легкість, міцність та багатофункціональні властивості [3]. З точки зору розроблення радіотехнічних пристроїв композитні корпуси забезпечують низку переваг:

- сприяють підвищенню енергоефективності за рахунок зниження теплових втрат та оптимізації систем охолодження, що особливо важливо для високочастотних пристроїв із значним тепловиділенням;
- дозволяють інтегрувати спеціальні шари з провідними або феритовими наповнювачами, які забезпечують ефективне екранування та підвищують електромагнітну сумісність систем;
- характеризуються високою механічною міцністю при зниженій масі, що є критичним для мобільних, авіаційних та космічних радіотехнічних систем.

Можливість створення багатошарових композитних структур, що одночасно виконують функції захисного корпусу, теплоізоляційного бар’єра та електромагнітного екрана, відкриває перспективи їх інтеграції у «розумні» системи, а сфери застосування охоплюють телекомунікаційні комплекси, портативні та військо-

ві пристрої, авіаційно-космічне обладнання та побутову й промислову електроніку, яка працює в умовах високих електромагнітних навантажень (рис. 1).

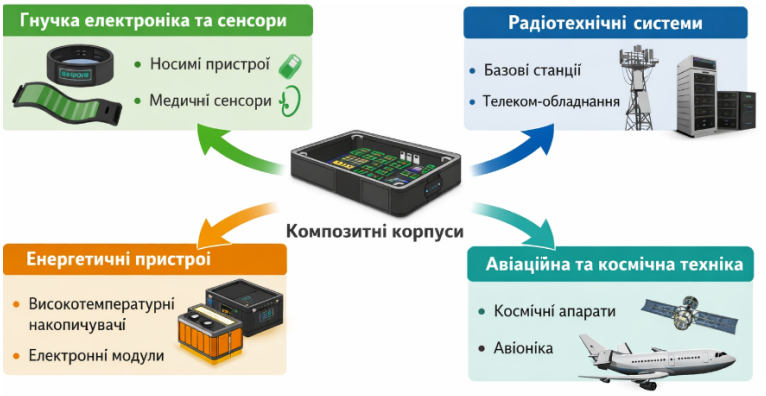


Рис. 1. Перспективні напрямки застування композитних корпусів

Отже, використання сучасних композитів у корпусах електронних та радіотехнічних пристроїв є перспективним напрямом, що поєднує енергоефективність, захист та інноваційність, забезпечуючи надійність, довговічність і функціональну інтеграцію обладнання відповідно до тенденцій розвитку високотехнологічної електроніки та телекомунікацій.

Список використаних джерел

1. Lopes, T. J., Azevedo, A. M. d., Monteiro, S. N., & Araujo-Moreira, F. M. (2025). Electrical Properties of Composite Materials: A Comprehensive Review. *Journal of Composites Science*, *9*(8), 438. https://doi.org/10.3390/jcs9080438
2. Li, L., Han, L., Hu, H., & Zhang, R. (2023). A review on polymers and their composites for flexible electronics. *Materials Advances, 4*, 726–746. https://doi.org/10.1039/D2MA00940D
3. Li, X., Liu, B., Wang, J., Li, S., Zhen, X., Zhi, J., Zou, J., Li, B., Shen, Z., Zhang, X., Zhang, S., & Nan, C.-W. (2024). High-temperature capacitive energy storage in polymer nanocomposites through nanoconfinement. *Nature Communications, 15,* Article 51052. https://doi.org/10.1038/s41467-024-51052-y (doi.org in Bing).

Катерина Ротар
Науковий керівник – доц. Томка Ю. Я.

МОДУЛЬНА РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ FASHION-ДОДАТКА SMARTWARDROBE

Зростання обсягів цифрових каталогів одягу унеможливлює ефективний ручний підбір товарів, тоді як більшість існуючих рішень реалізують лише один підхід, не враховуючи одночасно візуальні, поведінкові та контекстні характеристики [1]. Метою роботи є розробка модульної рекомендаційної системи для fashion-додатку, здатної формувати персоналізовані рекомендації на основі різнорідних даних.

Систему спроектовано як чотири незалежні модулі (рис. 1): багатовиходова візуальна класифікація, контекстно-залежний модуль рекомендацій, колаборативна фільтрація та рекомендації на основі контенту. Автономність кожного модуля забезпечує гнучкість і масштабування без перебудови архітектури.

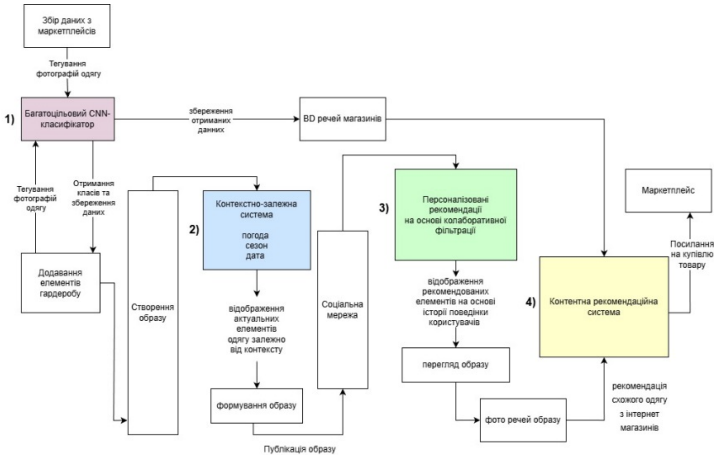


Рис. 1. Концепція модульної системи рекомендацій

Основу системи складає багатовиходова модель на базі InceptionV3, що одночасно прогнозує п'ять атрибутів товару (підкатегорію, тип виробу, колір, сезон та призначення) через незалежні класифікаційні голови з softmax. Навчання проводи-

лось на Fashion Product Images (~42 000 зображень); oversampling рідкісних категорій до порогу 200 прикладів підвищив точність кольору на 3%, підкатегорії – на 1%. Фінальні показники: підкатегорія – 96.9%, призначення – 90.7 %, тип виробу – 84.4%, сезон – 77.1%, колір – 67.5%.

Контекстно-залежний модуль оцінює кожен предмет зваженою сумою: сезон (0.45), призначення (0.20), уподобання (0.10), підкатегорія (0.10), температурні бонуси/штрафи (0.05) і час доби; геолокація надходить через IPInfo API, погода – через Open-Meteo (cold / cool / warm / hot). Колаборативну фільтрацію реалізовано як User-Based CF на CSR-матриці 800 синтетичних користувачів із вагами дій 1 / 3 / 5 / 4. Для контентного модуля порівняно VGG16, ResNet50, MobileNetV2 і DenseNet121 за Precision@5 і часом пошуку; обрано VGG16 завдяки мінімальному часу обчислення схожості (9.46 мс) при конкурентній точності [2].

Тестування на двох сценаріях (зимовий спортивний стиль і літній повсякденний) показало точність підбору за сезоном і призначенням 100% при загальній точності 54-79%; вищий результат літнього сценарію пояснюється складом гардеробу тестового користувача. Precision@10 колаборативної фільтрації склало 0.0, що є типовим для User-Based CF на розріджених синтетичних даних. Модульна архітектура підтвердила практичну придатність: компоненти оновлюються незалежно, поєднання підходів компенсує слабкі сторони кожного методу. Пріоритетними напрямами розвитку є інтеграція реальних поведінкових даних, item-based CF для вирішення cold-start проблеми та розширення контекстного модуля з урахуванням трендів модної індустрії.

Список використаних джерел

1. Suvarna B., Balakrishna S. (2024). Enhanced content-based fashion recommendation system through deep ensemble classifier with transfer learning. *Fashion and Textiles*. Vol. 11. Article 24. DOI: 10.1186/s40691-024-00382-y.
2. Arunkumar M. S., Gopinath R., Chandru M., Suguna R., Deepa S., Omprasath V. (2024). Fashion Recommendation System for E-Commerce using Deep Learning Algorithms. *Proceedings of the 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. IEEE. P. 1–7. DOI: 10.1109/ICCCNT61001.2024.10724655.

Олена Ротар
Науковий керівник – асист. Добрянський А. І.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ САЙТУ НА БАЗІ CMS WORDPRESS З ХУДОЖНІМИ ЕЛЕМЕНТАМИ РЕНЕСАНСУ ТА БАРОКО

Сучасний вебдизайн дедалі частіше звертається до історичних художніх напрямків, трансформуючи класичні канони Відродження та Бароко у форматі Editorial Luxury. Цей напрям характеризується високою складністю композиційної структури, використанням принципів художньої глибини та преміальної видавничої верстки. Проте впровадження такої естетики в межах сучасних систем управління контентом (CMS), зокрема WordPress [1], постає перед низкою технічних суперечностей.

Основна складність відтворення зазначеної стилістики на базі WordPress полягає в архітектурній невідповідності стандартних інструментів візуальної розробки (зокрема Elementor та Divi) принципам складної журнальної верстки. Популярні конструктори переважно орієнтовані на спрощений «плоский» користувацький інтерфейс (Flat UI) [2]. Натомість створення редакційної структури, де текст та графіка вільно нашаровуються, потребує заміни стандартних колоночних систем. Це зумовлює необхідність переходу до складного позиціонування через технології CSS Grid [3] та Absolute Positioning [4], що суперечить модульній природі WordPress, яка тяжіє до уніфікації та шаблонізації елементів.

Одним із важливих чинників є підтримка балансу між технічною продуктивністю та візуалом. Естетична довершеність сегмента Luxury вимагає застосування растрової графіки високої роздільної здатності, текстурних накладень та складних анімаційних переходів, що імітують фізичні властивості паперу або гру світла. В умовах системи WordPress це часто спричиняє сильне зростання часу рендерингу сторінок. Розв’язання цієї проблеми потребує глибокої ручної оптимізації кожного об'єкта, впровадження сучасних графічних форматів та написання чистого коду для зручності користувача.

Додатковою проблемою виступає реалізація мікротипографіки, яка є фундаментом стилю бароко Editorial Luxury. Процеси налаштування ідеального кернінгу, інтерліньяжу та варіативності шрифтових накреслень у динамічному середовищі WordPress потребують розширених компетенцій у сфері каскадних таблиць стилів (CSS). Особливу складність становлять декоративні компоненти: орнаменти, лінії та нестандартні елементи інтерфейсу.

Підсумовуючи, можна констатувати, що реалізація стилю бароко на WordPress є складним завданням, яке виходить за межі стандартного веброзробки. Основними викликами для реалізації стилю у процесі створення сайтів залишаються жорсткість модульних систем CMS, високе навантаження на апаратні ресурси через насичений візуал та необхідність підтримки складної типографічної ієрархії на різних типах пристроїв.

Список використаних джерел

1. WordPress. *Wikipedia, the free encyclopedia*: веб-сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/WordPress (дата звернення: 08.04.2026).
2. Elementor vs Divi: порівняння популярних конструкторів. *Technoven* : веб-сайт. URL: https://www.technoven.com/uk/elementor-vs-divi/ (дата звернення: 08.04.2026).
3. Знайомство з CSS Grid Layout. *CSS.in.ua* : веб-сайт. URL: https://css.in.ua/article/znayomstvo-z-css-grid-layout_12 (дата звернення: 08.04.2026).
4. CSS Layout - The position Property. *W3Schools* : веб-сайт. URL: https://www.w3schools.com/css/css_position.asp (дата звернення: 08.04.2026).

Олександр Рошка
Науковий керівник – доц. Стецько Ю.П.

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПРОДАЖУ РІШЕНЬ З AI-АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ПРОЦЕСАМИ

У сучасному цифровому бізнес-середовищі оптимізація та автоматизація рутинних завдань за допомогою технологій штучного інтелекту стає одним із ключових факторів підвищення конкурентоспроможності компаній. Платформи для візуального програмування та побудови складних інтеграцій, такі як n8n, відкривають широкі можливості для створення кастомних робочих процесів (workflows). Проте, розробка та налаштування таких сценаріїв вимагають від користувачів специфічних технічних навичок і розуміння логіки роботи API. Це формує стійкий ринковий попит на готові, «пакетні» ШІ-автоматизації та ШІ-агентів, які можна швидко інтегрувати в існуючу інфраструктуру підприємства.

Метою роботи є проєктування та реалізація програмного продукту на стадії MVP – вебзастосунку **oro.ai**. Розроблена платформа функціонує як спеціалізований хаб для продажу готових рішень з AI-автоматизації, де користувачі можуть переглядати каталог, формувати індивідуальні пакети послуг за допомогою вбудованого конструктора, здійснювати замовлення та керувати власним профілем.

Завдання дослідження:

- аналіз вимог до сучасних Single Page Applications (SPA) та вибір оптимального технологічного стеку
- проєктування та розробку клієнтської частини веб-застосунку з інтерактивним інтерфейсом;
- створення функціоналу інтелектуального каталогу з можливостями багатокритеріальної фільтрації;
- реалізацію модуля Package Builder для комбінування та кастомізації послуг;

- налаштування бази даних, серверної логіки та системи авторизації з використанням концепції Backend-as-a-Service (BaaS);
- впровадження системи розмежування доступу до даних та захисту конфіденційної інформації користувачів.

Архітектура вебзастосунку побудована як SPA на базі React 18.3 та TypeScript 5.8 для суворої типізації й надійності. Швидку збірку забезпечує інструмент Vite з компілятором SWC. Інтерфейс стилізовано за допомогою Tailwind CSS та бібліотеки Shadcn/UI (підтримка тем, градієнтів, анімацій). Навігація між сторінками реалізована через React Router DOM.

Серверна логіка делегована платформі Supabase (PostgreSQL) із таблицями для профілів, замовлень та ролей. Безпека гарантується політиками Row Level Security (RLS) – доступ до даних мають лише їхні власники та адміни. Аутентифікація працює через Supabase Auth з управлінням станом через React Context API, а створення профілів автоматизовано тригерами PostgreSQL.

Додаток містить каталог рішень із гнучкою фільтрацією (перемальовування оптимізовано хуком useMemo) та модуль Package Builder для збірки кастомних пакетів. Дані конструктора персистентно зберігаються в localStorage до моменту оформлення замовлення (Checkout).

У підсумку розроблено діючий MVP маркетплейсу для AI-автоматизацій. У планах: інтеграція платіжної системи (Stripe), розробка адмін-панелі, розширення функціоналу особистого кабінету та налаштування автоматичних email-сповіщень.

Список використаних джерел

1. n8n Documentation. n8n. URL: https://docs.n8n.io. (дата звернення 09.03.2026)
2. Документація React. URL: https://react.dev. (дата звернення 09.03.2026)
3. Supabase Documentation. Розробка серверної інфраструктури та RLS. URL: https://supabase.com/docs. (дата звернення 09.03.2026)
5. Tailwind CSS Documentation. URL: https://tailwindcss.com/docs . (дата звернення 09.03.2026)
6. Vite: Next Generation Frontend Tooling. URL: https://vitejs.dev/guide/ (дата звернення 09.03.2026)

Мартина Рубанець
Науковий керівник – доц. Стецько Ю. П.

РОЗРОБКА ВЕБСАЙТУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ БРЕНДОВОГО ОДЯГУ З АУКЦІОННОЮ СИСТЕМОЮ ТА РОЛЬОВОЮ МОДЕЛЛЮ ДОСТУПУ

Сучасний ринок моди зазнає значних змін у напрямку цифровізації та розвитку електронної комерції. Зростає попит на альтернативні способи придбання брендових речей, зокрема таких, що не були у використанні, але мають порушене первинне пакування. Водночас існуючі онлайн-платформи переважно орієнтовані на міжнародний ринок та не враховують специфіку українського сегмента, що зумовлює актуальність створення спеціалізованого вебзастосунку.

Основна мета проєкту – розробка вебсайту для продажу брендового одягу, який забезпечує ефективну взаємодію між продавцями та покупцями, підтримує аукціонну систему та реалізує ролеву модель доступу користувачів.

Особливістю платформи є орієнтація на продаж оригінальних брендових товарів, які не були у використанні, але розпаковані або мають незначні дефекти упаковки. Усі товари проходять перевірку на автентичність та якість, що гарантує їх відповідність стандартам брендів.

Ключові функції вебзастосунку:

- реєстрація та автентифікація користувачів із розподілом ролей (покупець, продавець, адміністратор);
- перегляд каталогу товарів із можливістю фільтрації за брендом, категорією, розміром та станом;
- реалізація купівлі товарів за фіксованою ціною або через аукціон;
- управління оголошеннями продавцем (створення, редагування, видалення товарів);
- адміністративна панель для модерації користувачів та контролю контенту.

В основі архітектури веб-застосунку лежить клієнт-серверний

підхід із використанням сучасних веб-технологій. Серверна частина реалізована засобами Node.js та фреймворку Next.js із використанням TypeScript, що забезпечує типо безпечність та надійність коду. Клієнтський інтерфейс побудований на базі

React із використанням Tailwind CSS, що дозволяє створити адаптивний та зручний інтерфейс користувача.

Для зберігання даних використовується реляційна база даних MySQL, а взаємодія з нею здійснюється через ORM Prisma. Структура бази даних включає основні таблиці користувачів, товарів та ставок, що забезпечує цілісність даних та ефективну обробку запитів.

Однією з ключових особливостей системи є реалізація аукціонного механізму. У разі необхідності швидкого продажу товару продавець може обрати режим аукціону, що дозволяє знизити початкову ціну та залучити більше покупців.

У системі реалізовано ролеву модель доступу, яка визначає права користувачів відповідно до їх ролей. Покупець має можливість переглядати товари, здійснювати покупки та брати участь в аукціонах; продавець – керувати власними оголошеннями; адміністратор – контролювати роботу всієї системи.

Отже, розроблений вебсайт є ефективним рішенням для організації онлайн-маркетплейсу брендового одягу, що поєднує продаж нових, але розпакованих товарів із аукціонною системою. Запропонований підхід дозволяє максимально задовольнити потреби як продавців, так і покупців, забезпечуючи баланс між швидкістю продажу та вигідною ціною придбання.

Список використаних джерел

1. Parker G. G., Van Alstyne M. W., Choudary S. P. Fowler M. (2002). Patterns of Enterprise Application Architecture. Boston : Addison-Wesley. 533 p.
2. Vanderkam D. (2019). Effective TypeScript. Sebastopol : O'Reilly Media. 272 p.
3. Prisma Documentation. URL:https://www.prisma.io/docs (дата звернення 14.02.2026).
4. Next.js Documentation. URL:https://nextjs.org/docs (дата звернення: 14.02.2026).

Чіпріан Руснак
Науковий керівник – доц. Стецько Ю. П.

РОЗРОБКА МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПОВЕДІНКОВОГО AI ДЛЯ NPC У ІГРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ З ПІДТРИМКОЮ ПАМ'ЯТІ ПОДІЙ ТА СОЦІАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

У сучасній ігровій індустрії поведінка неігрових персонажів (NPC) є важливим чинником занурення гравця в ігровий світ. Незважаючи на розвиток графіки, системи штучного інтелекту для NPC часто залишаються примітивними, базуються на жорстко заданих скриптах або простих машинах станів, що призводить до повторюваності дій та відсутності адаптації до змін середовища.

Актуальною є проблема створення масштабованих і розширюваних систем поведінки NPC, а також моделювання пам'яті подій і соціальної взаємодії. Доцільним є використання комбінованих підходів, зокрема Behavior Tree та Utility AI.

Метою роботи є розробка модульної системи поведінкового AI для NPC у ігровому середовищі на основі комбінованого підходу (Behavior Tree та Utility AI) з підтримкою пам'яті подій та соціальної взаємодії між персонажами.

Завдання дослідження:

- аналіз існуючих підходів до реалізації поведінки NPC (Finite State Machine, Behavior Tree, Utility AI);
- проєктування модульної архітектури системи поведінкового AI;
- реалізація механізму сприйняття (виявлення гравця, обробка шуму, отримання сигналів тривоги);
- розробка підсистеми пам'яті подій з механізмом поступового «забування» інформації;
- реалізація Behavior Tree як основної моделі керування поведінкою;
- інтеграція механізму оцінки пріоритетів дій (Utility AI) для адаптивного вибору рішень;
- реалізація механізму соціальної взаємодії між NPC;

- проведення експериментального порівняння різних підходів керування поведінкою (FSM, Behavior Tree, комбінована модель);
- оцінка адаптивності, стійкості до зациклювання та продуктивності системи при різній кількості NPC.

Система розроблятиметься у середовищі Unity з використанням мови C#. У межах роботи буде створено демонстраційний ігровий полігон (sandbox-сцену) з декількома типами NPC (охоронці, цивільні персонажі), що взаємодіють із гравцем та між собою. Для візуалізації внутрішнього стану системи передбачається реалізація налагоджувальної панелі (debug-інтерфейсу), яка відображатиме активні стани, вузли Behavior Tree, значення пріоритетів дій та збережені події пам'яті.

У результаті роботи буде створено прототип модульної системи поведінкового AI, придатної до інтеграції в ігрові проєкти середньої складності. Проведене експериментальне дослідження дозволить оцінити ефективність комбінованого підходу порівняно з класичною машиною станів з точки зору гнучкості, адаптивності та масштабованості.

У перспективі можливе розширення системи шляхом інтеграції більш складних моделей прийняття рішень, використання методів машинного навчання, а також застосування розробленої архітектури в багатокористувацьких ігрових середовищах.

Список використаних джерел

1. Russell S., Norvig P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson.
2. Millington I., Funge J. (2009). Artificial Intelligence for Games. 2nd ed. CRC Press.
3. Rabin S. (Ed.). (2014). Game AI Pro: Collected Wisdom of Game AI Professionals. CRC Press.
4. Champandard A. J. (2013). Behavior Trees for Next-Generation Game AI. AI Game Dev.
5. Buckland M. (2005). Programming Game AI by Example. Jones & Bartlett Learning.
6. Unity Technologies. Unity Manual – Artificial Intelligence and Navigation https://docs.unity3d.com
7. Dill K. (2010). The Utility-Based AI System for Decision Making in Games. *GDC Vault*.

Назар Саранчук
Науковий керівник – проф Майструк Е.В.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА БАЗІ AGM ТА LFP(LIFEPO4) АКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ БУФЕРНОЇ КОМУТАЦІЇ

Стрімкий розвиток відновлюваної енергетики, поширення систем безперебійного живлення (UPS) та децентралізованих мікромереж зумовлює зростаючий попит на ефективні стаціонарні накопичувачі електричної енергії. Особливої актуальності вибір між AGM та LFP набуває в умовах нестабільного електропостачання, зокрема, в ситуаціях регулярних блекаутів, коли акумуляторна система піддається частим та глибоким циклам розряду і заряду, що кардинально відрізняється від штатного буферного режиму.

Циклічний ресурс є одним із ключових показників, що визначають сукупну вартість системи зберігання енергії. Акумулятори AGM серії CSB HRL демонструють ресурс до 500 повних циклів при глибині розряду (DOD) 80%, тоді як LFP-акумулятори Vision REVO гарантують не менше 4000 циклів при DOD 80% і більше 6000 циклів при менш глибоких режимах розряду.

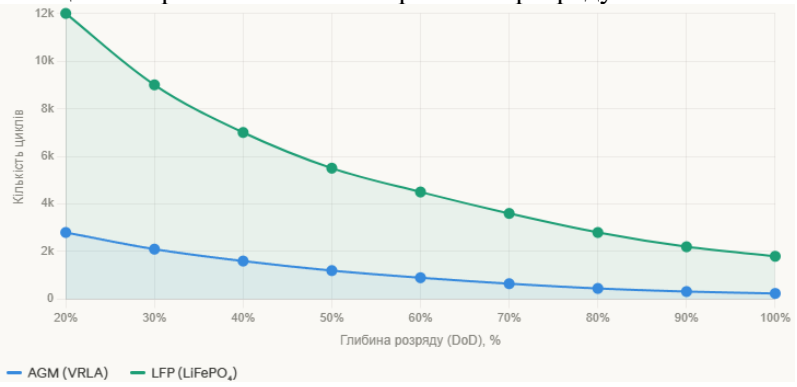


Рис. 1. Залежність кількості циклів від глибини розряду (DoD) для AGM та LFP акумуляторів

Час повного заряду є критичним параметром при регулярних відключеннях електроенергії. AGM-батарея потребує 8-10 годин для повного заряду, тоді як LFP заряджається за 1-3 години. У ситуаціях блекаутів тривалістю 4-6 годин і більше, що характерно для певних регіонів, AGM-батарея може не встигнути відновити заряд між черговими відключеннями, прогресивно деградуючи. LFP-система, навпаки, з надлишком відновлює ємність у паузах між відключеннями.

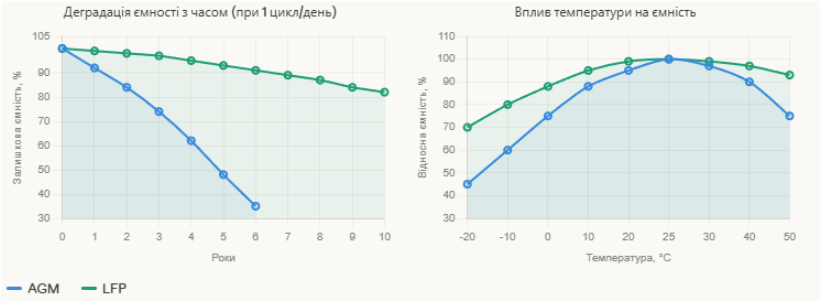


Рис. 2. Залежності деградації та ємності від умов експлуатації

Для порівняння обирається рівнозначна система за показником автономії. Система на AGM-акумуляторах CSB HRL12330WG для досягнення ємності, порівнянної з Vision REVO TP200S (51,2 кВт·год), потребує: 51 200 Вт·год / (12 В × 100 А·год) = ~43 одиниці акумуляторів (з урахуванням DOD 80% AGM фактична корисна ємність становить приблизно 80 А·год, тобто 0,96 кВт·год/шт). Технічні характеристики акумуляторів зазначено на сайті постачальника [1].

Список використаних джерел

1. Сайт постачальника акумуляторів Best power https://bestpower.com.ua/catalog/accumulators.
2. Kebede, A. A., Coosemans, T., Messagie, M., et al. (2021). Techno-economic analysis of lithium-ion and lead-acid batteries in stationary energy storage application. *Journal of Energy Storage*, 40, 102748. https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102748.
3. Makola, C. S., Le Roux, P. F., & Jordaan, J. A. (2023). Comparative Analysis of Lithium-Ion and Lead–Acid as Electrical Energy Storage Systems in a Grid-Tied Microgrid Application. *Applied Sciences*, 13(5), 3137. https://doi.org/10.3390/app13053137.

Олександр Саченко, Алеся Балюк
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

АКТИВНИЙ АУДИТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БАЗОВОМУ ПРОФІЛЮ БЕЗПЕКИ

У сучасних умовах цифрової економіки інформаційні ресурси є стратегічним активом підприємств, проте їх використання супроводжується постійними ризиками несанкціонованого доступу, витоку чи знищення даних. Інформаційно-комунікаційні системи (ІКС) залишаються вразливими до широкого спектра загроз, серед яких найбільш небезпечними є атаки, спрямовані на компрометацію конфіденційних даних, порушення регламентів обробки та передачі інформації, а також DDoS-атаки, що здатні паралізувати роботу мережевої інфраструктури [1].

У цих умовах ключовим завданням стає приведення ІКС до відповідності базовому профілю безпеки, який визначає мінімально необхідний рівень захисту та уніфікує вимоги до конфігурації, адміністрування й управління ризиками [2]. Такий підхід дозволяє забезпечити стандартизовану оцінку захищеності системи, створити основу для подальшої сертифікації та гарантувати економічну доцільність інвестицій у сферу інформаційної безпеки

Саме тому актуальне використання архітектурних рішень з інтеграцією активного аудиту та механізмів реагування на інциденти [3]. Такий підхід забезпечує проактивний захист, швидке виявлення загроз і мінімізацію наслідків кіберінцидентів, а також дозволяє гарантувати відповідність нормативним вимогам.

Важливим аспектом є постійне навчання персоналу та розвиток професійних навичок у сфері кібербезпеки, що підвищує ефективність функціонування ІКС та їхню стійкість до нових викликів.

Розроблена інформаційно-комунікаційна система з інтегрованими механізмами активного аудиту та реагування на інциденти, що забезпечують відповідність профілю безпеки, представлена на рис. 1.



Рис. 1. Складові архітектури ІКС з використанням активного аудиту

Отже, приведення ІКС до відповідності базовому профілю безпеки у поєднанні з активним аудитом та реагуванням на інциденти є стратегічним напрямом розвитку інформаційної безпеки підприємств. Це дозволяє не лише мінімізувати ризики та забезпечити стійкість бізнес-процесів, але й створює основу для формування довгострокової кіберстратегії, яка відповідає сучасним нормативним вимогам та реаліям цифрової економіки.

Список використаних джерел

1. https://cip.gov.ua/ua/docs
2. https://my-itspecialist.com/profile-bezpeky-kszi-avtoryzatsiia-712
3. Хаджинова, О., & Хаджинова, М. (2024). Аудит інформаційної безпеки. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Економічні науки*, 1(40), 9–19. https://doi.org/10.31498/2225-6725.40.2024.315807

Аміна Сидорець
Науковий керівник – доц. Томка Ю. Я.

АСПЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТОВИХ ВІДГУКІВ

Точна класифікація порід собак і котів залишається складним завданням комп'ютерного зору через значну міжкласову схожість, варіативність умов зйомки та внутрішньовидову мінливість. Разом із тим попит на такі системи стабільно зростає – від ветеринарних клінік і притулків до платформ адопції та мобільних застосунків [1]. Метою роботи є розробка системи автоматичної класифікації порід тварин за зображенням із використанням трансферного навчання на базі сучасних CNN-архітектур.

Для дослідження підготовлено та уніфіковано три незалежні датасети: Stanford Dogs (120 порід, ~20 500 зображень), Oxford-IIIT Pet (37 порід, ~7 300 зображень) та Kaggle Dog Breed Identification (120 порід, ~10 000 зображень). Кожен датасет мав власну структуру зберігання: Stanford Dogs – папки за породами, Oxford-IIIT Pet – порода закодована в назві файлу, Kaggle – мітки у CSV. Для кожного розроблено окремий скрипт підготовки, що приводить дані до єдиного формату ImageFolder через стратифікований поділ 80/20.

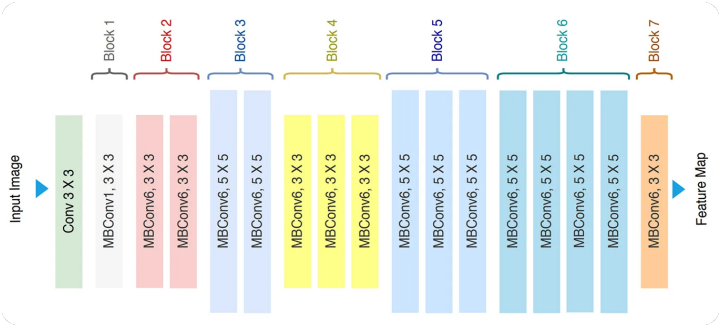


Рис. 1. Архітектура EfficientNet-B3 та принцип комбінованого масштабування

На першому етапі проведено базовий експеримент із ResNet-18 [2], який показав валідаційну точність Top-1 ≈ 0.67 та Top-5 ≈

0.93 за 15 епох – результат недостатній для практичного застосування. Це обґрунтувало вибір EfficientNet-B3 як основної архітектури: завдяки комбінованому масштабуванню глибини, ширини та роздільної здатності вона забезпечує кращий баланс між точністю та обчислювальною ефективністю. Модель реалізована через бібліотеку timm і навчається з використанням фреймворку PyTorch Lightning. Ваги бекбону заморожуються до 5-ї епохи, після чого відбувається повне донавчання. Аугментації (Albumentations): випадкове кадрування, горизонтальне віддзеркалення, повороти ±10°, ColorJitter; нормалізація до статистик ImageNet. Оптимізатор - AdamW із CosineAnnealingLR; функція втрат – CrossEntropyLoss із підтримкою Mixup/CutMix.

Результати валідації підтвердили ефективність підходу: найвищу точність досягнуто на Oxford-IIIT Pet – 0.927 (епоха 9), що пояснюється меншою кількістю класів і збалансованістю датасету; Stanford Dogs показав 0.875 (епоха 13) через підвищену міжкласову схожість 120 порід; Kaggle Dog Breed – 0.851 (епоха 11) через найбільшу варіативність умов зйомки. В усіх випадках перенавчання мінімальне: тренувальна точність наближається до 0.99, валідаційна стабілізується на рівні 0.85–0.93. Аналіз матриць помилок показав, що основні помилки зосереджені між візуально близькими породами (тер'єри, ретривери), тоді як precision та recall по більшості класів перевищують 0.85.

Система реалізована у двох режимах інференсу: консольний (predict.py) та вебінтерфейс на Gradio з підтримкою трьох моделей, виводом топ-5 результатів і кешуванням чекпойнтів. Практичне застосування охоплює каталогізацію тварин у притулках, підтримку ветеринарних рішень та інтеграцію у платформи адопції.

Список використаних джерел

1. Tan M., Le Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML)*. Long Beach. Vol. 97. P. 6105–6114. URL: https://proceedings.mlr.press/v97/tan19a.html.
2. Cui Y., Tang B., Wu G., Li L., Zhang X., Du Z., Zhao W. (2024). Classification of Dog Breeds Using Convolutional Neural Network Models and Support Vector Machine. *Bioengineering*. Vol. 11, No. 11. Article 1157. DOI: 10.3390/bioengineering11111157.

Олександр Синогач
Науковий керівник – доц. Воробець Г.І.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ КСВУ-6

КСВУ-6 (рис. 1) призначений для вимірювання чутливості фотоприймачів і коефіцієнта пропускання оптичних матеріалів. Він складається з джерела випромінювання, вхідної оптичної системи та блоку модуляції, малогабаритного подвійного монохроматора МДР-6, фотоприймача, перетворювач постійного струму в напругу, блоку керування та вбудованого мікрокомп'ютера.



Рис. 1. Загальний вигляд МДР-6

Вимірювання і калібрування проводяться в УФ-діапазоні на ртутній лампі ДРГС-12, а для забезпечення неперервного спектру у видимому та ближньому ІЧ-діапазоні використовується лампа розжарення та інші джерела ІЧ-випромінювання. Це дозволяє КСВУ-6 працювати на довжинах хвиль від 200 до 25000 нм. Приведення дифракційних граток у відповідне положення по відношенню до падаючого променя здійснюється на основі кулісного механізму, а зміна зрізаючих фільтрів виконується турельними механізмами.

Необхідність модернізації спричинена потребами застосування сучасних вбудованих комп'ютерних засобів для поліпшення точності вимірювань та швидкої обробки даних із застосуванням сучасних математичних методів досліджень спектральних характеристик. У результаті модернізації створено малогабаритний блок керування (рис. 2) і вимірювань (рис. 3).

Блок вимірювань реалізовано на основі мікроконтролера STM32F373, який має 16-розрядний сігма-дельта АЦП [1], що дозволяє отримувати значення напруги з точністю до 4 знака після крапки. На платі реалізовано 6 режимів підсилення сигналу,

керування якими здійснюється за допомогою мультиплексора. Зміна діапазонів підсилення відбувається автоматично.



Рис. 2. Структурна схема блоку керування

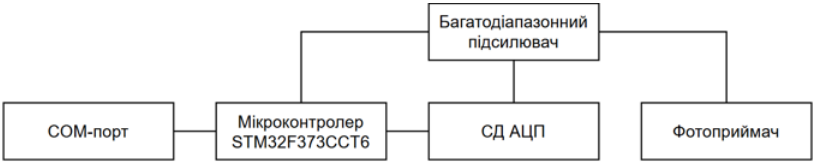


Рис. 3. Структурна схема блоку вимірювань

Програмне забезпечення розроблено на основі технологій Avalonia UI та бібліотеки побудови графіків ScottPlot. Комунікація з блоком керування та блоком вимірювань здійснюється через віртуальні COM-порти та систему команд. Програма працює в діалоговому режимі з оператором для інформування про подальші дії для виконання процесу вимірювання. Реалізовано вікно вимірювань, вікно обробки результатів та вікно налаштувань і калібрування.

Список використаних джерел

1. Horowitz, P., Hill W. (2015). The Art of Electronics. 3rd ed. New York: Cambridge University Press, 1192 p.

Владислава Скидан
Науковий керівник – доц. Фратавчан В.Г.

МЕТОД ПОБУДОВИ ОПТИМІЗОВАНИХ ЛІНІЙНИХ КЛАСТЕРІВ У ПРОСТОРІ ОЗНАК

Стрімке зростання обсягів даних у сучасних інформаційних системах обумовлює потребу в ефективних методах їх автоматичного аналізу та структуризації. Особливої актуальності набувають методи кластерного аналізу та лінійної класифікації в задачах розпізнавання образів, де часто відсутня розмічена навчальна вибірка. Класичні алгоритми, такі як k-means, мають ряд недоліків: високу чутливість до початкової ініціалізації центроїдів, залежність від вибору кількості кластерів та обмежену ефективність при некулястих формах кластерів. У цьому контексті актуальним є розробка методів побудови лінійних кластерів, які поєднують переваги кластеризації без учителя та лінійної класифікації. Такі методи забезпечують геометрично чітке розділення класів за допомогою гіперплощин, високу інтерпретованість результатів та обчислювальну ефективність.

Мета дослідження полягає в розробці, теоретичному обґрунтуванні та програмній реалізації методу побудови лінійних кластерів на основі центроїдів класів для задач розпізнавання образів у багатовимірному просторі ознак.

Основні задачі, які були вирішені в роботі:

- Проаналізовано теоретичні основи кластерного аналізу та методи лінійної класифікації.
- Досліджено геометричні властивості лінійних структур у просторі ознак.
- Розроблено алгоритм побудови оптимальної розділяючої гіперплощини між парами кластерів на основі центроїдів.
- Реалізовано програмний модуль LinearClusterClassifier мовою Python.
- Розроблено десктопний застосунок з графічним інтерфейсом для інтерактивної роботи з алгоритмом.

- Проведено експериментальне дослідження якості класифікації та порівняння з відомими методами (k-means, LDA, SVM, Nearest Centroid).

Запропонований метод працює наступним чином: для кожної пари класів обчислюються центроїди, будується вектор напрямку між ними, а потім оптимізується положення гіперплощини (параметр α), перпендикулярної до цього вектора. Оптимізація проводиться шляхом мінімізації кількості помилок класифікації. У багатокласовому випадку застосовується стратегія one-vs-one (попарне голосування).

Розроблено повноцінний десктопний застосунок з інтерактивною візуалізацією кластерів, центроїдів, гіперплощин та анімацією процесу оптимізації.

Експериментальні дослідження проводилися на синтетичних багатокласових даних з різним рівнем розкиду. За результатами 10-кратної крос-валідації запропонований метод показав точність 90,4%, що є порівняним з LDA (91,2%) та лінійним SVM (92,3%), при цьому значно перевершуючи Nearest Centroid (87,1%). Час навчання методу в 5-6 разів менший, ніж у SVM.

Переваги розробленого методу:

- Геометрична інтерпретованість рішень (зрозуміло, де проходить межа між класами).
- Зручна візуалізація та налагодження.
- Низька обчислювальна складність та хороша узагальнююча здатність.
- Зручна візуалізація та налагодження.

Метод рекомендовано застосовувати в задачах реального часу, системах з обмеженими ресурсами, медичній діагностиці, промисловому контролі якості та інших сферах, де важлива швидкість та пояснюваність результатів.

Список використаних джерел

1. Han J., Kamber M., Pei J. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. 3rd ed. Morgan Kaufmann. 744 p.
3. Bishop C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 738 p.
4. Duda R. O., Hart P. E., Stork D. G. (2001). Pattern Classification. 2nd ed. Wiley-Interscience. 654 p.

Віталій Скуратовський
Наукова керівниця – асист. Лісовенко І.Д.

МЕТОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ГАЛЮЦИНАЦІЙ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІЄРАРХІЧНОГО ВЕКТОРНО-ГРАФОВОГО ПІДХОДУ RETRIEVAL-AUGUMENTED GENERATION (RAG)

Проблема фактологічної точності великих мовних моделей (Large Language Models, LLM) є центральним викликом для їхнього впровадження у професійні сфери. Дослідження Стенфордського університету [1] продемонструвало критичний рівень галюцинацій (генерації правдоподібної, але хибної інформації) навіть у найбільш досконалих моделей при роботі без зовнішнього контексту. Основною причиною є те, що LLM функціонують як статистичні моделі прогнозування тексту, а не бази знань. Технологія Retrieval-Augmented Generation (RAG) повинна поліпшити відповіді моделі на перевірених даних, проте стандартні архітектури часто втрачають контекстуальну цілісність через фрагментарність пошуку. За даними досліджень, рівень галюцинацій зростає зі збільшенням бази даних у традиційному векторному RAG із перекривними фрагментами.

Процес обробки знань базується на багаторівневій архітектурі, що включає такі етапи:

1. Документи структуруються за принципом Parent-Document Retrieval. Для кожного дочірнього чанку за допомогою LLM автоматично генеруються короткий опис та розширені метадані. Це дозволяє системі здійснювати пошук за смисловим описом фрагмента, що критично важливо для вирівнювання коротких запитів користувача з об'ємним змістом документів.

2. Для фрагментів обчислюються векторні представлення (ембеддінги). Ранжування кандидатів виконується за метрикою косинусної подібності векторів. Результатом є вибірка top-k (k найрелевантніших) сегментів, відібраних за метаданими.

3. Використовуючи базу даних Neo4j [2], система будує мережу сутностей та логічних зв'язків. За допомогою алгоритмів

обходу графа (Graph Traversal) і мови запитів Cypher витягується контекст, що базується на структурних залежностях, які можуть бути розірвані у лінійному тексті.

4. Для об'єднання результатів векторного й графового пошуків застосовується алгоритм RRF, який обчислює інтегрований бал документа d за його позиціями r у списках:

$$RRFscore(d) = \sum_{r \in \{r_{vec}, r_{graph}\}} \frac{1}{k + r(d)}.$$

Це дозволяє пріоритезувати фрагменти, що підтверджені обома незалежними методами пошуку.

5. Кінцева вибірка обробляється моделлю Cross-Encoder, яка оцінює пару «запит + документ» через механізм Self-Attention, обчислюючи релевантність $s \in [0, 1]$. Це дозволяє відсікати «семантичні галюцинації» – фрагменти, що близькі за метриками, але не містять відповіді.

6. Фінальна відповідь базується на відфільтрованому контексті з обов'язковим цитуванням джерел на основі заздалегідь підготовлених метаданих.

Упровадження ієрархічної архітектури Vector-Graph RAG дозволяє трансформувати LLM в надійну аналітичну систему. Використання комбінації ієрархічного розбиття, RRF та переранжування розв'язує проблему фрагментарності знань, яка, згідно з дослідженнями Стенфорда, є головним джерелом помилок у складних професійних контекстах. Розроблена методика знижує частоту галюцинацій та забезпечує високий рівень інтерпретованості роботи LLM, оскільки кожен елемент відповіді може бути простежений через вузли графа.

Список використаних джерел

1. Dahl M., Magesh V., Surani F. (2024). Hallucination-Free? Assessing the Reliability of Leading AI Legal Research Tools. Stanford University. URL : https://dho.stanford.edu/wp-content/uploads/Legal_RA_Hallucinations.pdf
2. Neo4j Graph Data Platform: Vector and Graph Search Integration / Neo4j, Inc 2026. URL : https://neo4j.com/docs/genai/

Ілля Сосідко, Ігор Яцурак
Науковий керівник – асист. Добрянський А. І.

ВПЛИВ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ НА КОРИСТУВАЦЬКИЙ ДОСВІД В ІНТЕРАКТИВНОМУ МЕДІАКОНТЕНТІ

Станом на сьогодні, інтерактивний медіаконтент став невід'ємною частиною сучасного цифрового середовища та активно використовується у різних сферах, таких як; комп'ютерні ігри, вебсервіси, мультимедійні платформми, VR/AR застосунки, цифрове мистецтво та інтерактивні освітні системи. Одним із сучасних підходів до сворення цифрового контенту є процедурна генерація – метод автоматизованого створення об'єктів, середовищ, візуальних елементів або структур за допомогою алгоритмів генерації (шум Перлінга, діаграми Вороного і тд.). Такий підхід дозволяє створювати велику кількість унікального контенту, зі змогою постійно адаптувати його під користувача та автоматизувати процес розробки [1].

Процедурна генерація використовується у різноманітних сферах інтерактивного медіаконтенту. У комп'ютерних іграх вона застосовується для створення рівнів, ігрових подій та ландшафтів. У вебдизайні та цифровому «мистецтві» цей метод використовують для генеративної графіки та адаптивних інтерфейсів. У VR та AR середовищах процедурна генерація допомагає формувати інтерактивні простори та об'єкти в реальному часі. Також схожі технології можна застосовувати у мультимедійних системах, симуляторах та інтерактивних навчальних платформах [2].

Об'єктом дослідження є порівняння досвіду користувача при взаємодії зі звичайним медіаконтентом та тим, що був процедурно згенерований. Актуальність теми полягає у стрімкому розвитку алгоритмічних методів створення цифрового контенту та необхідності дослідження їхнього впливу на користувача та саму індустрію. Незважаючи на активне використання процедурної генерації у сучасних цифрових продуктах, питання якості взаємодії користувача з алгоритмічно створеним контентом потребує детальнішого дослідження [3].

У межах роботи планується провести порівняльний аналіз користувацького сприйняття процедурно згенерованого та вручну створеного контенту в інтерактивному середовищі. Основна увага буде приділена аналізу таких аспектів як візуальна привабливість, відчуття різноманітності, логічність структури, рівень залучення користувача та загальне враження від взаємодії з контентом.

Складність дослідження полягає у суб'єктивності оцінки користувацького досвіду, а також у необхідності створення рівноцінних умов для порівняння різних методів формування контенту. Процедурна генерація здатна забезпечити високу варіативність та адаптивність, однак інколи може створювати хаотичні або менш структуровані результати у порівнянні з контентом, створеним людиною [4].

Отримані результати можуть бути використані для оптимізації підходів до створення цифрового контенту, покращення взаємодії користувачів з мультимедійними системами та розвитку сучасних методів генеративного дизайну.

Список використаних джерел

1. Noor Shaker, Julian Togelius, Mark J. Nelson (2016) – Procedural Content Generation in Games URL: https://www.pcgbook.com/
2. Generative Art and Computational Creativity URL: https://www.generativehut.com/
3. Interaction Design Foundation – User Experience (UX) URL: https://ixdf.org/literature/topics/ux-design
4. Procedural Content Generation for Games: A Survey. URL: https://atlarge-research.com/pdfs/2013-hendrikx-procedural.pdf

Софія Ставчанська, Надія Ткачук
Науковий керівник – доц. Ластівка Г.І.

ВРАЗЛИВОСТІ ПАРОЛЬНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА КОМПЛЕКСНИЙ ЗАХИСТ ОБЛІКОВИХ ЗАПИСІВ

У сучасному цифровому просторі парольна автентифікація залишається найбільш розповсюдженим і найменш захищеним методом контролю доступу. Вразливість паролів до фішингу, атак грубої сили та методів соціальної інженерії, що підтверджується масштабними витоками даних у компаніях LinkedIn, Yahoo та Facebook. Згідно з останніми дослідженнями [1], відсоток пристроїв, заражених шкідливими програмами, в Україні складає 28,7%. У результаті створюється необхідність переходу до сучасних стандартів безпеки: багатофакторної автентифікації (MFA), використання менеджерів паролів, біометрії та безпарольних рішень (Passkeys, FIDO2), а також концепція Zero Trust.

Підвищення цифрової гігієни виконано у межах ініціативи «День безпечного інтернету». Також було проведено дослідження рівня обізнаності здобувачів спеціальності «Кібербезпека та захист інформації». Практичний кейс включав аналіз алгоритмів дій кіберзлочинців, вивчення схем маніпуляцій у соціальних мережах та психологічного тиску, що використовується для компрометації персональних даних.

Проведене опитування серед студентської молоді ідентифікувало пріоритетні методи автентифікації, що використовуються в освітньому та побутовому середовищах (рис. 1).



Рис. 1. Способи ідентифікації, які найчастіше використовують студенти

Аналіз отриманих даних свідчить про позитивне сприйняття до впровадження біометричних методів та MFA (рис. 2). Проте домінування традиційних паролів підтверджує необхідність активної просвітницької роботи та заохочення до використання безпарольних технологій. Учасники дослідження продемонстрували ефект «ланцюгової реакції»: залучені студенти стають активними учасниками поширення культури кібербезпеки, транслюючи отриманий досвід у своїх соціальних мережах. Цей підхід підтримує концепт залучення громад до кібербезпеки, а колективна відповідальність є ключовими інструментом протидії загрозам у цифровому світі [2].

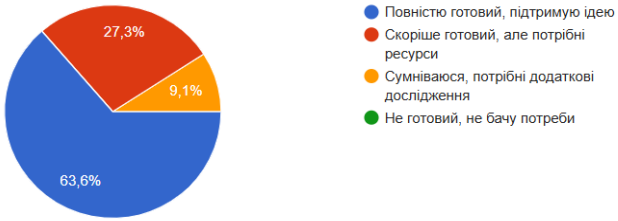


Рис. 2. Ставлення здобувачів до впровадження додаткових способів захисту

Отже, парольна автентифікація в сучасних умовах не забезпечує відповідного рівня захисту. Перспективним напрямом розвитку систем кібербезпеки є інтеграція безпарольних технологій та криптографічних стандартів ідентифікації. Поєднання технічних інновацій із системною просвітницькою роботою дозволяє мінімізувати вплив людського фактору та забезпечує стійкість до кіберзагроз.

Список використаних джерел

1. О. М. Близнюк та ін. (2024). Спільноти як суб’єкти кібербезпеки: освіта, моніторинг та відповідальність у цифровому середовищі. *Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ*. № 1 (104). С. 132–143. URL: https://visnyk.univd.edu.ua/index.php/VNUAF/article/view/966
2. Bischoff P. (2024). Which Countries Have the Worst (and Best) Cybersecurity? *Comparitech.* URL: https://www.comparitech.com/blog/vpn-privacy/cybersecurity-by-country/

Юрій Столярчук
Науковий керівник – доц. Гавриляк М.С.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАТРИМОК У ПАКЕТНИХ МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

У сучасних інформаційно-телекомунікаційних системах ефективність передачі даних значною мірою визначається часовими характеристиками мережі, зокрема затримками пакетів. Особливого значення набуває аналіз затримок у мережах із високим навантаженням, де можливі перевантаження каналів, накопичення черг та зниження якості обслуговування (QoS).

Для дослідження було розроблено імітаційну модель пакетної мережі, яка враховує основні параметри функціонування системи передачі даних. У процесі моделювання варіювались такі параметри:

- інтенсивність вхідного трафіку;
- пропускна здатність каналу зв’язку;
- розмір буфера вузла;
- дисципліна обслуговування черги (FIFO).

Оцінювання ефективності мережі проводилося за такими критеріями:

- середня затримка передачі пакетів;
- максимальна затримка;
- рівень втрат пакетів;
- довжина черги в системі.

У ході моделювання встановлено, що при низькій інтенсивності трафіку затримки є мінімальними та практично не впливають на якість передачі даних. Зі збільшенням навантаження спостерігається нелінійне зростання затримок, що обумовлено накопиченням пакетів у черзі.

Аналіз впливу пропускної здатності показав, що її збільшення дозволяє суттєво зменшити середню затримку, однак при перевищенні критичного рівня трафіку навіть високошвидкісні канали не забезпечують стабільної роботи без втрат.

Дослідження впливу розміру буфера показало, що його збільшення зменшує втрати пакетів, але водночас призводить до зростання затримок через накопичення черги. Отже, існує компроміс між затримкою та надійністю передачі.

Основні результати дослідження:

- зі зростанням інтенсивності трафіку затримка різко збільшується після досягнення критичного навантаження;
- підвищення пропускної здатності ефективне лише в межах допустимого рівня трафіку;
- збільшення буфера зменшує втрати пакетів, але підвищує затримки;
- оптимальна робота мережі досягається при балансі між параметрами трафіку та ресурсами системи.

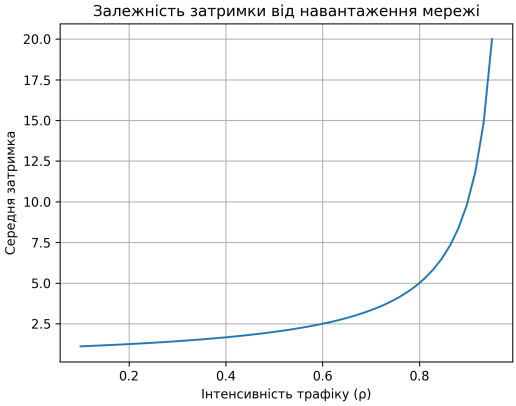


Рис. 1. Залежність затримки передачі пакетів від інтенсивності трафіку

Отже, проведене імітаційне моделювання дозволило визначити закономірності формування затримок у пакетних мережах та встановити оптимальні режими їх функціонування. Отримані результати можуть бути використані при проєктуванні та оптимізації сучасних телекомунікаційних систем.

Список використаних джерел

1. Kleinrock L. (1975). Queueing Systems. Volume 1: Theory. New York: Wiley-Interscience. 417 p.

Андрій Танащук
Наукова керівниця – доц. Городинська Н.В.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕВАНЕСЦЕНТНИХ СВІТЛОВИХ ПОЛІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ НАНООБ'ЄКТАМИ У БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Сучасний розвиток нанобіотехнологій та прецизійної медицини вимагає розробки принципово нових методів безконтактного маніпулювання мікро- та нанооб'єктами. Одним із найбільш перспективних напрямків у цій галузі є використання еванесцентних (згасаючих) хвиль, які виникають при повному внутрішньому відбиванні світла на межі розділу двох середовищ [1]. У представленій роботі детально продемонстровано ефект впливу еванесцентної хвилі на нанооб'єкти як неорганічного, так і органічного походження. Особливу увагу приділено дослідженню поведінки елементів крові, локалізованих безпосередньо у біологічному середовищі, що дозволяє максимально наблизити умови експерименту до реальних фізіологічних процесів.

Особливістю проведеного дослідження є фіксація руху нанооб'єктів у напрямку, перпендикулярному до дії вектора Пойнтінга. На відміну від класичного світлового тиску, який штовхає частинку вздовж поширення світлового пучка, градієнтні сили еванесцентного поля дозволяють реалізувати тонке латеральне керування об'єктами [2]. Це ілюструє якісно нові можливості оптичного контролю, де параметри падаючого випромінювання безпосередньо визначають не лише швидкість, а й точну траєкторію руху наночастинок у тонкому шарі біологічної рідини. Такий підхід мінімізує механічний вплив на біоматеріал, запобігаючи деструкції клітинних мембран та збереженню життєздатності органічних структур.

Вибір об'єктів дослідження, зокрема елементів крові, підкреслює високу прикладну значущість методу. З одного боку, це відкриває шлях до створення високопродуктивних систем «лабораторія на чіпі», де сортування клітин або відокремлення патогенів може відбуватися в автоматичному режимі під дією світла. З іншого боку, продемонстровані ефекти свідчать про значні

перспективи використання еванесцентних полів у фармакології та прецизійній хімії. Зокрема, йдеться про розробку систем адресного доставлення ліків, де світлові поля можуть виступати в ролі «оптичних рейок» для транспортування нанокапсул до конкретних біологічних мішеней.

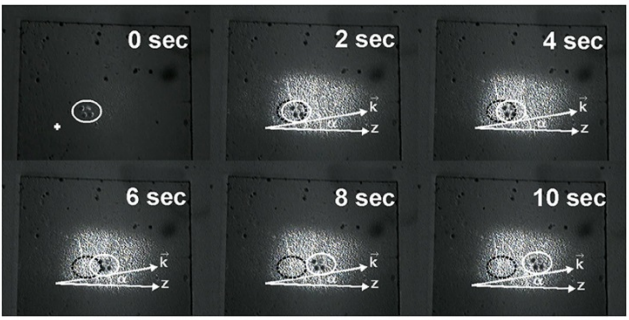


Рис. 4. Фотографії, що демонструють зміну розташування золотих наночастинок розміром близько 60 нм під дією еванесцентної хвилі, що утворюється в приповерхневому шарі тканини.

Крім того, можливість маніпулювати неорганічними наночастинками в оточенні біологічних рідин дозволяє створювати гібридні сенсорні системи. Такі системи здатні аналізувати хімічний склад середовища в режимі реального часу, використовуючи нанооб'єкти як рухомі зонди. Отже, продемонстрований ефект еванесцентної хвилі є не лише фундаментальним фізичним явищем, а й потужним інструментом для майбутніх біотехнологічних розробок. Подальше вивчення механізмів взаємодії світла з нанооб'єктами перпендикулярно до вектора енергії дозволить суттєво розширити арсенал засобів мікрофлюїдики, діагностичної медицини та синтетичної біології, забезпечуючи небачений раніше рівень точності та контролю над процесами на нанорівні.

Список використаних джерел

1. Bekshaev A. Y. (2022). Extraordinary transverse spin: Hidden vorticity of the energy flow and momentum distributions in propagating light fields. *Journal of Optics*. Vol. 24, No. 1.
3. Antognozzi M., Bermingham C. R., Hoerber H., Dennis M. R., Bekshaev A. Y., Harniman R. L., et al. (2016). Direct measurements of the extraordinary optical momentum and transverse spin-dependent force using a nano-cantilever. *Nature Physics*. Vol. 12. P. 731–735.

Роман Тащук
Науковий керівник – доц. Шпатар П.М.

ВИКОРИСТАННЯ ПООДИНОКИХ ФОТОНІВ У КВАНТОВІЙ КРИПТОГРАФІЇ

Традиційні методи шифрування з відкритим ключем базуються на припущенні про обмежену обчислювальну потужність зловмисника. Проте стрімкий розвиток квантових обчислень та поява алгоритму Шора ставлять під загрозу стійкість цих систем. Це зумовлює необхідність переходу до квантового розподілу ключів (Quantum Key Distribution, QKD), де безпека гарантується не математичною складністю, а фундаментальними законами квантової механіки [3; 5].

Квантова криптографія використовує квантові об'єкти як носії інформації. Фундаментальною засадою безпеки тут виступає теорема про неможливість клонування: неможливо створити ідеальну копію невідомого квантового стану, не зруйнувавши його [1]. Базовим і найбільш вивченим протоколом, який реалізує цей принцип, є протокол BB84 [2].

Аліса формує послідовність поодиноких фотонів з випадковою поляризацією, кодуючи біти інформації, та надсилає їх Бобу. Боб вимірює фотони, також випадково обираючи базис Оскільки Аліса та Боб обирають базиси незалежно, у ~50% випадків вони не збігаються. Після передачі всієї послідовності Аліса та Боб відкрито порівнюють, які базиси вони використовували для кожного фотона (але не самі результати!). Результати вимірювань, де базиси збіглися, формують «сирий» ключ. Частину цього ключа вони використовують для перевірки рівня помилок (QBER — Quantum Bit Error Rate).

Якщо зловмисник (Єва) намагається виміряти фотон у каналі, вона, згідно з законами квантової механіки, неминуче змінює його стан. Це внесе помилки в послідовність Боба. Якщо рівень QBER перевищує поріг (зазвичай ~11%), ключ вважається скомпрометованим і не використовується для шифрування [5].

Практична реалізація протоколу на поодиноких фотонах

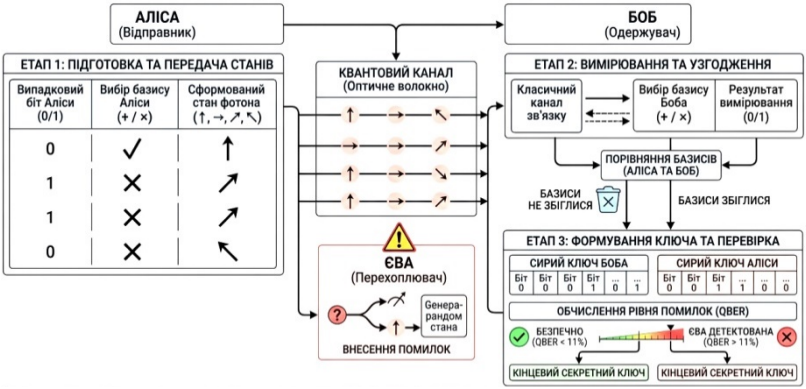


Рис. 1. Схема реалізації протоколу BB84 на поодиноких фотонах

стикається з низкою технічних викликів. Створення ідеальних джерел поодиноких фотонів («фотонів на замовлення») є складною задачею. Це створює ризик атаки за кількістю фотонів. Для нейтралізації цієї загрози використовують методику «стан-приманка» (decoy states), яка дозволяє точно контролювати втрати та виявляти атаки [4]. Незважаючи на технічні обмеження (затухання в оптоволокні та шум детекторів), квантова криптографія забезпечує рівень захисту, недосяжний для класичних систем, оскільки безпека ґрунтується не на складності обчислень, а на фізичних принципах всесвіту.

Список використаних джерел

1. Bouwmeester D., Ekert A., Zeilinger A. (2000). The Physics of Quantum Information. Berlin : Springer-Verlag. 376 p.
2. Bennett C. H., Brassard G. (1984). Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. Proceedings of IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing. P. 175–179.
3. Степанов М. М. (2019). Квантова комунікація та квантові мережі : навч. посіб. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова. 112 с.
4. Scarani V., Bechmann-Pasquinucci H., Cerf N. J. (2009). The security of practical quantum key distribution. *Reviews of Modern Physics*. Vol. 81, No. 3. P. 1301–1350.
5. Корченко О. О., Гнатюк С. О. (2016). Сучасні квантові технології захисту інформації : навч. посіб. К. : НАУ. 180 с.

Іван Тимофій, Ігор Зубенко
Науковий керівник – проф. Дуболазов О.В.

ЦИФРОВІ МЕДІА ТА МОБІЛЬНІ СЕРВІСИ В СУЧАСНОМУ СВІТІ

Сьогодні ми спостерігаємо повне злиття інформаційного контенту та функціональних сервісів. Цифрові медіа перестали бути просто джерелом новин, а мобільні додатки – просто інструментами. Вони утворили єдине середовище, де споживання інформації та отримання послуг відбувається миттєво і безшовно. Головним трендом став перехід від масового продукту до гіперперсоналізації, де кожен користувач отримує унікальний досвід, сформований алгоритмами штучного інтелекту відповідно до його потреб, локації та навіть настрою [1].

Штучний інтелект став ключовим рушієм сучасних медіа. Він не лише допомагає створювати тексти, а й генерує динамічні візуальні образи, адаптує відео під різні формати екранів та автоматично озвучує контент природними голосами. Мультимедіа стають імерсивними: завдяки технологіям змішаної реальності (Mixed Reality) контент виходить за межі екрана. Глядач може взаємодіяти з 3D-об’єктами прямо у своїй кімнаті, що докорінно змінює сфери освіти, архітектури та розваг. Медіа сьогодні – це не те, що ми дивимося, а те, всередині чого ми перебуваємо.

Саме мобільні додатки стали тим містком, який з’єднує користувача з цифровими послугами. У сучасному світі додаток є центром персональної екосистеми людини. Головна роль додатків полягає у спрощенні життя: від миттєвої оплати рахунків біометрією до отримання державних послуг у кілька кліків. Ми спостерігаємо еру суперзастосунків (Super-Apps), які об’єднують у собі месенджери, банківські сервіси, медіа-плеєри та торгові майданчики, дозволяючи користувачеві вирішувати всі свої завдання в межах однієї платформи [2].

Взаємодія з клієнтом у мобільних сервісах стала проактивною. Завдяки аналізу великих даних додатки не чекають на запит користувача, а пропонують рішення заздалегідь. Пуш-сповіщення еволюціонували з нав’язливої реклами в корисні поради:

нагадування про важливу подію, пропозиція медіа-контенту під час поїздки або сповіщення про знижку в магазині, повз який проходить людина. Це створює відчуття інтелектуального сервісу, який супроводжує користувача протягом дня, роблячи його побут комфортнішим.

Сучасні цифрові сервіси активно запозичують елементи відеоігор. Прогрес-бари, нагороди за активність, інтерактивні квести в навчальних додатках – усе це підвищує залученість. Окрім того, медіа стають дедалі соціальнішими [1, 2].

Зі збільшенням ролі цифрових медіа зростає і відповідальність. У 2026 році критично важливим трендом став захист даних та верифікація контенту. Технології цифрових підписів допомагають відрізнити справжні новини від дипфейків, а мобільні додатки впроваджують дедалі складніші методи шифрування для захисту приватного життя. Одночасно з цим розвивається тренд на цифрову інклюзивність: сервіси стають доступними для людей з будь-якими фізичними обмеженнями, забезпечуючи рівні можливості для кожного члена суспільства.

Розвиток цифрових послуг рухається в бік сталого розвитку. Оптимізація коду додатків для економії заряду батареї, використання енергоефективних серверів та зменшення «цифрового шуму» стають ознакою якісного сервісу. Майбутнє належить «тихим» технологіям, які не відволікають людину від реального життя, а органічно доповнюють його, надаючи необхідну інформацію чи послугу саме тоді, коли це справді потрібно.

Цифрові медіа та мобільні сервіси сьогодні – це не просто галузь економіки, а нова форма існування соціуму. Вони роблять світ доступнішим, інформацію – наочнішою, а послуги – ближчими до людини. Перемога в цьому просторі дістається тим, хто пропонує не просто технологічне рішення, а зручний, безпечний та персоналізований досвід, що поважає час і потреби користувача.

Список використаних джерел

1. Лєсова, О. В. (2021). Мобільні технології та цифрові сервіси в бізнесі та управлінні. Київ: Вид-во «Університет економіки і права».
2. Гончарук, М. В. (2020). Цифрові технології та мобільні додатки в розвитку сучасного бізнесу. Харків: Вид-во «Технологія».

Любомир Тимофійчук
Науковий керівник – доц. Горбулик В.І.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ОБМЕЖЕННЯ ФІЗИЧНОГО ДОСТУПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ RFID

Системи контролю та обмеження фізичного доступу – невід'ємна складова сучасних комплексних систем безпеки. Їх основна мета – забезпечення санкціонованого доступу до приміщень, обладнання або територій та запобігання несанкціонованим проникненням. Однією з найпоширеніших технологій, що використовується для реалізації таких систем, є RFID (Radio Frequency Identification), яка базується на безконтактній ідентифікації об'єктів за допомогою радіочастотного сигналу [1].

Механізм обмеження фізичного доступу на основі RFID реалізується через формування політик доступу, які визначають права кожного користувача. Такі політики можуть включати рівні доступу до різних зон об'єкта, часові інтервали дозволеного входу, а також додаткові умови автентифікації.

У більш складних системах RFID використовується разом із іншими технологіями, такими як PIN-коди або біометрична ідентифікація. Це дозволяє реалізувати багатофакторну автентифікацію, яка суттєво підвищує рівень безпеки. Перевагами RFID-систем у контексті контролю фізичного доступу є висока швидкість обробки ідентифікаційних даних, зручність використання, відсутність необхідності фізичного контакту з пристроєм, а також можливість централізованого управління правами доступу. Крім того, такі системи масштабовані, що дозволяє їх використовувати як у невеликих офісах, так і на великих промислових або інфраструктурних об'єктах [1, 2].

Окремо слід відзначити можливість автоматизації процесів обліку відвідувань та контролю переміщення персоналу. RFID-системи дозволяють фіксувати час входу та виходу користувачів, що може використовуватися для аналітики, підвищення дисципліни та оптимізації внутрішніх процесів організації.

Попри значні переваги, RFID-системи мають низку вразливостей [2,3], які можуть бути використані зловмисниками. Основними загрозами є перехоплення радіосигналу, клонування RFID-міток, несанкціоноване зчитування інформації, а також атаки типу replay, коли перехоплений сигнал повторно використовується для імітації легітимного доступу. Існує також ризик використання слабких або відсутніх криптографічних механізмів захисту в дешевих RFID-мітках.

Для підвищення рівня безпеки RFID-систем застосовуються різні методи захисту. Одним із ключових є використання криптографічно захищених протоколів автентифікації, що передбачають взаємну перевірку зчитувача та мітки.

Додатковий рівень захисту – впровадження багатофакторної автентифікації, коли RFID-ідентифікація поєднується з біометричними параметрами (відбитки пальців, розпізнавання обличчя) або знаним фактором, таким як PIN-код. Такий підхід значно ускладнює реалізацію атак і підвищує загальний рівень захищеності системи. Важливим напрямом є використання сучасних стандартів RFID, які передбачають підвищений рівень криптографічного захисту, а також використання екранування (RF-shielding) для запобігання віддаленому зчитуванню міток.

Отже, RFID-технології є ефективним та практичним інструментом для побудови систем обмеження фізичного доступу. Вони забезпечують зручність, швидкість та масштабованість, що робить їх придатними для широкого спектру застосувань.

Список використаних джерел

1. Want R. An introduction to RFID technology. *IEEE Pervasive Computing*. 2006. Vol. 5(1). P. 25–33.
2. Finkenzeller K. (2010). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*. 3rd ed. Chichester: Wiley. 474 p.
3. Chen H., Chen Y. (2018). RFID-based access control systems: security issues and solutions. *International Journal of Security and Networks*. Vol. 13(3). P. 201–210.

Валерій Тимчук
Наукова керівниця – асист. Одайська Х.С.

ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасні інформаційні технології та розвиток автоматизованих систем керування створюють передумови для впровадження ефективних рішень у сфері контролю параметрів виробничого середовища [1]. Забезпечення оптимального мікроклімату є важливим фактором підвищення продуктивності праці, безпеки персоналу та стабільності технологічних процесів.

У роботі спроектовано інформаційно-керуючу систему контролю мікроклімату, яка забезпечує збір, обробку та аналіз даних із сенсорів, а також формування керуючих сигналів для виконавчих механізмів. Система реалізована на базі мікроконтролера Arduino, що дозволяє забезпечити простоту реалізації, гнучкість налаштування та можливість подальшого масштабування.

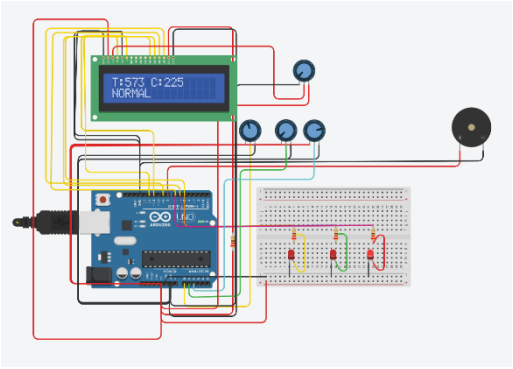


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-керуючої системи контролю мікроклімату

Система складається з трьох основних рівнів: сенсорного, обчислювального та виконавчого. Сенсорний рівень забезпечує отримання даних про температуру, вологість та концентрацію газів. У процесі моделювання сенсори імітуються за допомогою

аналогових сигналів, що дозволяє досліджувати поведінку системи при зміні параметрів середовища.

Обчислювальний рівень реалізований на базі мікроконтролера Arduino, який виконує обробку даних та реалізацію алгоритмів керування. Алгоритм функціонує у циклічному режимі, здійснюючи зчитування даних, їх порівняння з пороговими значеннями та формування керуючих сигналів. У разі зниження температури система переходить у режим нагріву, при підвищенні – у режим вентиляції, а при перевищенні концентрації газів – у аварійний режим.

Виконавчий рівень представлений світлодіодною індикацією, звуковим сигналізатором та LCD-дисплеєм, який використовується для відображення поточних параметрів системи.

Окремим етапом роботи є розроблення віртуального інтерфейсу користувача, який реалізовано у вигляді веб-застосунку. Інтерфейс забезпечує відображення параметрів мікроклімату в реальному часі, а також дозволяє здійснювати керування виконавчими механізмами та змінювати режими роботи системи.

Результати моделювання й тестування показали, що розроблена система забезпечує стабільну роботу, адекватно реагує на зміну параметрів середовища та дозволяє ефективно контролювати мікроклімат виробничого приміщення.

Перспективи подальших досліджень полягають у використанні реальних сенсорів, впровадженні бездротових технологій передачі даних і застосуванні інтелектуальних алгоритмів аналізу даних.

Список використаних джерел

1. Simon Monk (2022). Programming Arduino: Getting Started with Sketches. С. 176-178.
2. Adrian McEwen, Hakim Cassimally (2013). Designing the Internet of Things. С. 336.

Василь Ткач
Науковий керівник – доц. Браїловський В.В.

ПРИНЦИП РОБОТИ ТА ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Сучасний стільниковий зв'язок є фундаментом цифрової економіки, забезпечуючи мобільність та миттєвий доступ до інформації для мільярдів користувачів. В основі технології лежить принцип поділу географічної зони на невеликі ділянки – «стільники» (целли), кожна з яких обслуговується базовою станцією (БС) з обмеженим радіусом дії [1]. Це дозволяє багаторазово використовувати одні й ті самі частоти в різних стільниках, що розв'язує проблему обмеженості частотного ресурсу [2].

Історія становлення стільникового зв'язку пройшла шлях від перших експериментів AT&T Bell Labs у 1940-х роках до комерційного запуску першої автоматичної мережі 1G (NMT, AMPS) на початку 1980-х [3]. Ключовою подією став перший дзвінок з портативного мобільного телефона Motorola DynaTAC 8000X у 1973 році, здійснений Мартіном Купером [4]. Еволюція систем радізв'язку від аналогових стандартів (1G) до цифрових (2G – GSM) на початку 90-х дозволила впровадити послугу SMS та шифрування сигналу [5].

Функціонування мережі стільникового зв'язку базується на взаємодії мобільного термінала, базової станції та комутаційного центру (MSC). Важливим технічним процесом є технологія відома під назвою «хендовер» (handover). Це технологія безшовної передачі активного з'єднання від однієї базової станції до іншої під час руху абонента [6]. Сучасні покоління зв'язку (4G LTE та 5G) використовують складні методи модуляції, такі як OFDM, та технології багатоканального вводу-виводу MIMO. Використання вказаних технологій забезпечило можливість досягнення швидкості передачі даних понад 1 Гбіт/с [7].

Розвиток 5G мереж вносить кардинальні зміни, використовуючи міліметрові хвилі (діапазон 24-100 ГГц) та технологію Beamforming (формування спрямованого променя), що мінімізує

інтерференцію та збільшує інформаційну ємність мережі [8]. Таким чином створюється база для розвитку системи інтернету речей (IoT) та автономного транспорту.

Міжнародна стандартизація, яку здійснює консорціум 3GPP та Міжнародний союз електрозв'язку (ITU), забезпечує глобальний роумінг та сумісність обладнання різних виробників [9]. Перспективи розвитку галузі пов'язані з розробкою стандарту 6G, який передбачає інтеграцію стільникових мереж із супутниковими системами для досягнення 100% покриття земної кулі [10].

Список використаних джерел

1. Mobile Communications Principles: https://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/principles-of-mobile-communications (дата звернення: 20.03.2026).
2. Frequency Reuse in Cellular Networks: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/frequency-reuse (дата звернення: 21.03.2026).
3. History of Mobile Phones: https://www.itu.int/en/history/Pages/MobileCommunications.aspx (дата звернення: 19.03.2026).
4. Martin Cooper and the First Cellular Call: https://www.britannica.com/biography/Martin-Cooper (дата звернення: 22.03.2026).
5. Evolution from 1G to 5G: https://www.ieee.org/evolution-of-mobile-generations (дата звернення: 20.03.2026).
6. Handover Mechanisms in Wireless Networks: https://ieeexplore.ieee.org/document/handover-principles – (дата звернення: 21.03.2026).
7. LTE and 4G Technology Overview: https://www.3gpp.org/technologies/lte (дата звернення: 22.03.2026).
8. 5G New Radio (NR) Standards: https://www.qualcomm.com/5g/what-is-5g (дата звернення: 20.03.2026).
9. ITU-R International Mobile Telecommunications (IMT): https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020 (дата звернення: 23.03.2026).
10. 6G Vision and Future Trends: https://www.samsung.com/global/business/networks/insights/6g-white-paper (дата звернення: 22.03.2026).

Максим Ткач
Науковий керівник – доц. Шумиляк Л. М.

АВТОМАТИЧНЕ ВИЯВЛЕННЯ ТЕКСТІВ, ЗГЕНЕРОВАНИХ МОВНИМИ МОДЕЛЯМИ, УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ

Стрімкий розвиток великих мовних моделей спричинив появу значної кількості текстів, згенерованих штучним інтелектом, що створило нові виклики для освіти та медіапростору: без надійних засобів перевірки згенерований зміст може безперешкодно поширюватись як авторський. Попри активний розвиток методів автоматичного виявлення штучно згенерованих текстів, більшість досліджень орієнтована на англомовні дані [1, 2], тоді як для української мови бракує великих відкритих корпусів і перевірених підходів. У роботі досліджено можливість автоматичного виявлення згенерованих мовними моделями текстів українською мовою на основі лексичних і стилометричних ознак.

У межах дослідження сформовано україномовний корпус обсягом 37 тис. текстів, організований за принципом спільного першоджерела. До нього увійшли тексти, написані людиною, тексти, згенеровані моделями Gemini та GPT, перефразовані моделлю Gemini варіанти, а також тексти, навмисно «олюднені» моделлю Gemini. Корпус охопив 37 тематичних доменів, зокрема новини, медицину, учнівські твори та розгорнуті відповіді на навчальні запитання. Для запобігання витоку інформації між навчальною та тестовою вибірками застосовано груповий розподіл за ідентифікатором першоджерела, за якого всі пов'язані тексти потрапляли лише до однієї частини вибірки.

Як основний підхід використано TF-IDF-представлення (частотно-зважене векторне представлення) текстів у поєднанні із класичними алгоритмами машинного навчання: лінійним методом опорних векторів, логістичною регресією, Random Forest [3] та XGBoost [4]. Додатково реалізовано стилометричний класифікатор на основі поверхневих числових ознак [5], а також виконано тонке налаштування багатомовної трансформерної моделі

XLM-RoBERTa. Доменну стійкість перевірено на кожному домені окремо, виключаючи його з навчання.

Результати експериментів засвідчили високу ефективність лексичних підходів для задачі детекції. Найкращі результати показав класифікатор на основі лінійного методу опорних векторів: F-міра становила 0.998 для задачі «людина/Gemini», 1.000 для «людина/GPT» та 0.998 для «людина/Gemini перефразований». Перевірка на невидимих доменах підтвердила стабільність підходу: в усіх випадках текстова модель перевершувала базову модель, а розкид F-міри не перевищив 0.019. Водночас найскладнішим виявився сценарій з «олюдненими» текстами: F-міра для TF-IDF-моделі знизилась до 0.955, а для XLM-RoBERTa – до 0.836, що вказує на ефективність цільової постобробки для обходу детектора. Стилометричний підхід показав значно слабший результат – близько 0.62 F-міри, тобто поверхневих числових характеристик виявилося недостатньо для надійного розрізнення текстів.

У результаті зроблено висновок, що автоматичне виявлення згенерованих текстів українською мовою є цілком досяжним за умови наявності якісного та репрезентативного корпусу. Практична цінність роботи полягає у створенні масштабного україномовного датасету та підтвердженні ефективності лексичних моделей у реалістичній постановці задачі. Водночас дослідження показало межі такого підходу: спеціально «олюднені» тексти істотно ускладнюють детекцію, тому подальші роботи доцільно спрямувати на включення таких прикладів до навчання та адаптацію моделей до україномовного контексту.

Список використаних джерел

1. Mitchell E., Lee Y., Khazatsky A., Manning C., Finn C. (2023). DetectGPT: Zero-Shot Machine-Generated Text Detection using Probability Curvature.
2. Wu J. et al. (2025). A Survey on LLM-Generated Text Detection.
3. Breiman L. (2001). Random Forests // Machine Learning.
4. Chen T., Guestrin C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System.
5. Kumarage T. (2023). Stylometric Detection of AI-Generated Text in Social Media.

Сергій Томко
Науковий керівник – проф. Черкез Р.Г.

СЕГМЕНТНІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ГЕНЕРАТОРИ

Термоелектричні генератори є важливими пристроями для безпосереднього перетворення теплової енергії в електричну [1]. Останнім часом значна увага приділяється підвищенню їхньої ефективності, зокрема за рахунок використання композитних та сегментних конструкцій. Сегментні термогенератори складаються з декількох шарів термоелектричних матеріалів, що дозволяє оптимізувати їхні робочі параметри відповідно до температурного градієнта. У цій роботі досліджуються особливості конструкції та переваги сегментних термогенераторів, а також їхнє застосування в різних галузях науки та техніки.

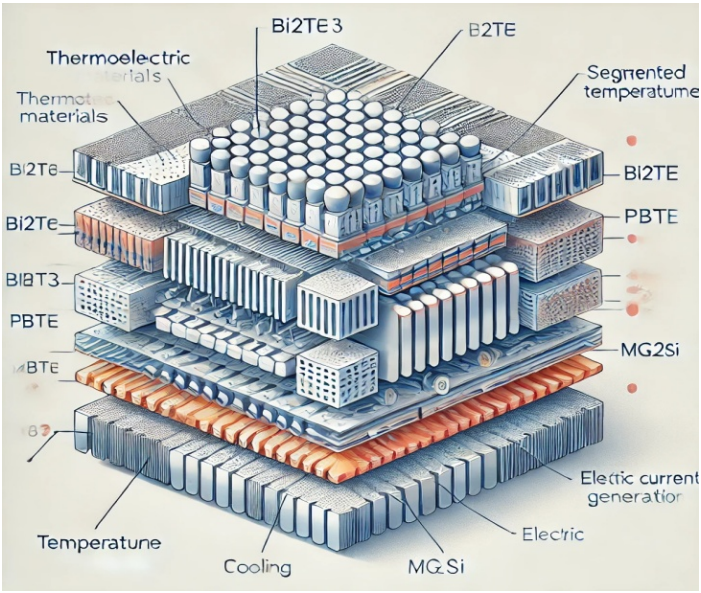


Рис.1. Схема будови сегментного термогенератора

Одним із найперспективніших напрямів є використання сегментних термоелементів, що забезпечують вищий коефіцієнт

корисної дії (ККД) завдяки застосуванню матеріалів з оптимальними властивостями на різних температурних рівнях [2]. Сегментний термогенератор складається з послідовно з'єднаних сегментів, виготовлених з різних напівпровідникових матеріалів. Основна перевага такої конструкції – можливість використання матеріалів з оптимальними властивостями для кожного температурного діапазону. Наприклад, у зоні високих температур можуть застосовуватися матеріали на основі телуриду свинцю (PbTe), а у зоні низьких температур – матеріал на основі телуриду вісмуту (Bi_2Te_3).

Комп'ютерне моделювання показало, що сегментовані термоелементи можуть забезпечувати на 30-50% вищу ефективність у порівнянні з традиційними одношаровими структурами [3,4]. Завдяки правильному підбору матеріалів та оптимальній геометрії можна значно знизити внутрішні втрати тепла та підвищити вихідну потужність [4, 5]. Крім того, моделювання дозволяє виявити критичні точки перегріву та зменшити ризик термічного руйнування елементів.

Список використаних джерел

1. Anatychuk L. I., Vikhor L. N. (2012). Thermoelectricity: Functionally Graded Thermoelectric Materials. Chernivtsi. Vol. IV. 172 p.
2. Anatychuk L.I., Cherkez R.G. (2003). On the Properties of Permeable Thermoelements. *Proc. XXII International conference on thermoelectrics (Montpellier, France)*. P. 480-483.
3. Cherkez R. G. (2012). Energy possibilities of permeable generator thermoelements based on segmented legs. *AIP Conf. Proc*. 1449, 443 (2012), pp. 439-442; doi: http://dx.doi.org/10.1063/1.4731590
4. Anatychuk L. I., Vikhor L. N. (2012). Thermoelectricity: Functionally Graded Thermoelectric Materials. Chernivtsi. Vol. IV. 172 p.
6. Jeff Snyder & Eric S Toberer (2008). Complex Thermoelectric Materials. *Nature Materials,* 7(2), p. 105–114.

Максим Федоруца
Науковий керівник – проф. Черкез Р.Г.

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ (ФГТМ) ДЛЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Сьогодні одним із головних викликів у світі є пошук альтернативних та екологічно чистих джерел енергії. Величезна кількість тепла від промислових процесів, вихлопних газів автомобілів або навіть електроніки просто втрачається в атмосфері.

Термоелектричні генератори (або ТЕГ) – це пристрої, які здатні перетворювати це скидне тепло безпосередньо в електроенергію завдяки ефекту Зеєбека. Це надійна технологія, яка не має рухомих частин і працює абсолютно безшумнj. На шляху до масового використання ТЕГ є одна суттєва проблема. Їхня ефективність визначається параметром, який називається «термоелектрична добротність» [1].

Традиційні, тобто однорідні, матеріали мають високе значення цієї добротності лише у дуже вузькому діапазоні температур. На практиці ж генератор працює при великому перепаді температур: один його бік сильно нагрітий, а інший – охолоджується. Відповідно, звичайний матеріал просто фізично не може працювати з максимальною ефективністю по всій своїй довжині.

На практиці часто комбінують різні класи матеріалів: наприклад, сплави на основі телуриду вісмуту ставлять на холодний край, а кремній-германієві сплави – на гарячий. Для того, щоб краще зрозуміти, як це виглядає на практиці, зверніть увагу на фізичну модель сегментного термоелемента в режимі генерації електронного струму представлена на рис.1.

Вона складається з гілок n-типу та p-типу провідності. Головна особливість у тому, що вони не суцільні. Вони сегментовані – зібрані з різних шарів.

Кожен із цих шарів – це окремий термоелектричний матеріал. Знизу в нас гаряча зона (температура T_m), а зверху – холодна (T_c). Матеріали підібрані та розташовані таким чином, щоб кожен шар

працював саме в тому локальному діапазоні температур, де його ефективність (добротність) є найвищою.

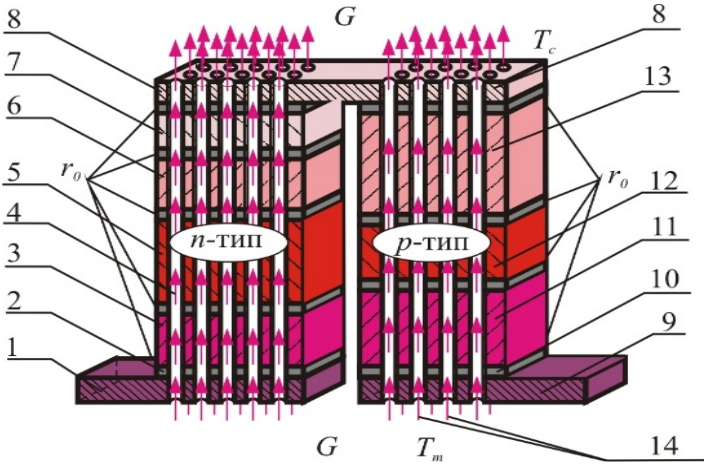


Рис.1. Фізична модель сегментного термоелемента

Дослідження таких термоелементів [1] [2] показали, що впровадження функціонально-градієнтних матеріалів – це один із найперспективніших шляхів для оптимізації термоелектричних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Анатичук Л. І. (2003). Термоелектрика. Том 2. Термоелектричні генератори. Київ; Чернівці: Інститут термоелектрики, 376 с.
2. Muller E., Drasar C., Schilz J., Kaysser W. A. (2003). Functionally graded materials for sensor and energy applications. *Materials Science and Engineering*, Vol. 362, Iss. 1-2. P. 17-39.

Денис Хомік
Наукова керівниця – доц. Яковлєва І.Д.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ IOT-МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Значна частина IoT-вузлів працює від автономних джерел живлення, що обмежує тривалість їх функціонування. У зв'язку із цим підвищення енергоефективності мереж є критично важливим завданням. Одним із найбільш енерговитратних процесів у IoT-мережах є передача даних. Традиційні протоколи маршрутизації не враховують динамічний стан вузлів (рівень заряду батареї, навантаження, якість каналу), що призводить до швидкого виснаження ресурсів мережі.

Для розв'язання зазначеної проблеми пропонується використання інтелектуальної маршрутизації, яка базується на методах машинного навчання та адаптивних алгоритмах прийняття рішень. Особливу увагу приділено застосуванню методів навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL) як інтелектуального підходу до маршрутизації. Метод є підходом у машинному навчанні, який базується на концепції навчання через взаємодію з середовищем [1]. Агент, або учасник топології, навчається приймати самостійні рішення та виконувати дії, за які отримує або винагороду, або покарання. Формалізація задачі передбачає опис стану s як сукупності параметрів, зокрема залишкового рівня енергії вузла, якості каналу зв'язку, кількості сусідніх вузлів та затримки передачі, тоді як множина можливих дій визначається вибором наступного вузла для передачі пакета серед доступних сусідів. Функція винагороди r формується як компроміс між мінімізацією енергоспоживання та затримки передачі і може бути подана у вигляді $r = w_1 * E^{-1} + w_2 * D^{-1}$, де E – витрати енергії, D – затримка, а w_1 і w_2 – вагові коефіцієнти, що визначають пріоритетність відповідних критеріїв. Як практичний спосіб реалізації RL-підходу використовується алгоритм Q-learning, який дозволяє вузлам формувати таблицю значень для оцінки

якості різних маршрутів. Моделювання IoT-мережі відбувається в NS-3, який дозволяє відтворювати поведінку вузлів. Реалізація алгоритмів навчання з підкріпленням здійснена за допомогою Python із використанням бібліотек NumPy для обчислень і бібліотек TensorFlow або PyTorch у випадку розширення до складніших моделей.

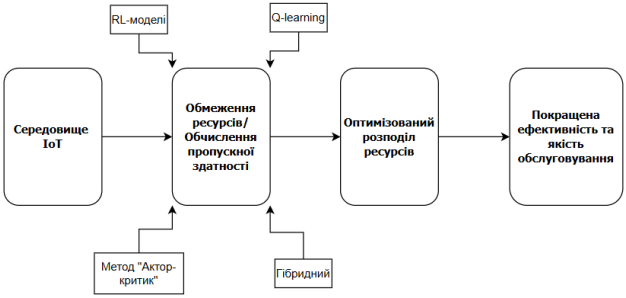


Рис. 1. Узагальнена схема підвищення енергоефективності IoT-мереж на основі інтелектуальної маршрутизації

На рис. 1 зображено узагальнену концепцію функціонування системи інтелектуальної маршрутизації в IoT-мережах [2]. Вона відображає послідовний процес обробки даних та прийняття рішень в умовах обмежених ресурсів, що дозволяє адаптивно керувати мережею.

Запропонований підхід спрямований на досягнення балансу між ефективним використанням ресурсів та забезпеченням стабільної якості обслуговування. Застосування Q-learning у поєднанні з підходами навчання з підкріпленням дозволяє збалансувати навантаження між вузлами, забезпечуючи інтелектуальний вибір маршрутів, зниження енергоспоживання та підвищення тривалості функціонування IoT-мереж.

Список використаних джерел

1. Сіпко О.М. – Енергозберігаючі IoT-мережі: Адаптивний алгоритм на основі Reinforcement Learning. Sciences of Europe #159, 2025.
2. Devendra Pratap Singh – Reinforcement Learning Approaches for Energy-Efficient IoT Resource Allocation. International Journal of Research, 2025.

Анастасія Хортюк
Науковий керівник – проф. Черкез Р.Г.

ТЕРМОЕЛЕМЕНТИ З РОЗВИНЕНИМ БІЧНИМ ТЕПЛООБМІНОМ

Термоелементи мають привабливі властивості термоелектричного способу прямого перетворення теплової енергії в електричну – відсутність рухомих частин і можливість функціонування в екстремальних умовах, забезпечують термоелектричним генераторам велику стійкість. Термоелементи, в яких перетворюють теплову енергію на електричну, знаходять дедалі ширше практичне застосування [1].

Перспективним рішенням підвищення ефективності термоелектричного перетворення енергії є використання бічних поверхонь віток для відбору низько потенційної теплової енергії від теплоносія [2].

З термоелементів найбільше застосовують термоелектричні генератори, які використовують тепло від згоряння органічних палив, виконані на основі класичної моделі термоелемента. На жаль, така схема має недостатню ефективність перетворення енергії. Це зумовлено тим, що з термогенераторів виводяться гази, які мають велику температуру, тому майже половина енергії гарячих газів не використовується. Тому генератори, виконані за такою схемою, мають досить низький ККД [2].

Наявність розвиненого теплообміну теплоносія з бічною поверхнею віток дозволяє більше теплової енергії віддати матеріалу і перетворити її в електричну енергію (рис.1) [3]. Використання теплоносіїв поліпшує інтенсивність теплообміну, що може привести до додаткового підвищення термодинамічної ефективності. Огляд літератури показав, що такий варіант в реальних теплофізичних умовах малодосліджений.

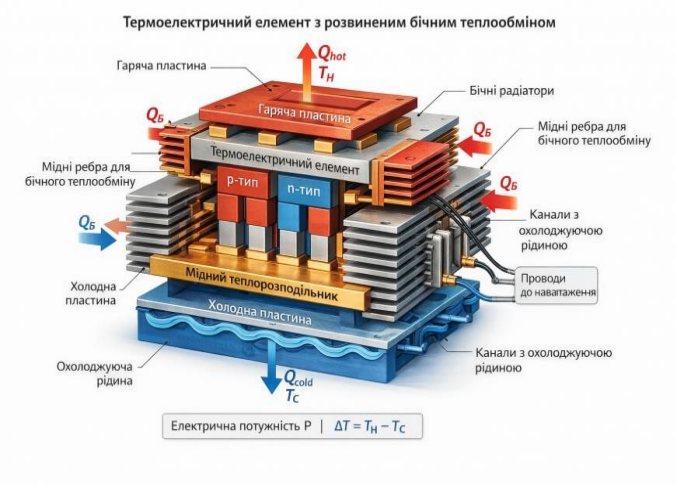


Рис.1. Схема будови термоелемента з розвиненим бічним теплообміном

Завдяки правильному підбору матеріалів та оптимізації теплофізичних умов роботи, можна значно знизити втрати тепла та підвищити електричну потужність, що генерується [4]. Крім того, моделювання дозволяє виявити критичні точки перегріву та зменшити ризик термічного руйнування елементів.

Список використаних джерел

1. Anatychuk L. I., Vikhor L. N. (2012). Thermoelectricity: Functionally Graded Thermoelectric Materials. Chernivtsi. 2012. Vol. IV. 172 p.
2. Anatychuk L.I., Cherkez R.G. (2003). On the Properties of Permeable Thermoelements. *Proc. XXII International conference on thermoelectrics (Montpellier, France)*. P. 480- 483.
3. Cherkez R.G. (2013). Energy Characteristics of Permeable Thermoelements. *Journal of Electronic Materials*. № 7. Vol. 42. P. 1558-1563.
4. Cherkez R. et all. (2025). Computer Study of a Thermocouple with Developed Lateral Heat Transfer. *Journal of Thermoelectricity*. (1). P. 37–47. https://doi.org/10.63527/1607-8829-2025-1-37-47

Олександра Христафулова
Науковий керівник – доц. Талах М.В.

ГІБРИДНА REST/WEBSOCKET АРХІТЕКТУРА СИНХРОНІЗАЦІЇ СТАНУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ІГРОВОГО ХАКАТОНУ

Синхронізація стану між множиною клієнтів у реальному часі є класичною задачею розподілених систем. У контексті ігрових платформ вона набуває специфічних вимог, зокрема низької латентності оновлень, ізоляції між ігровими сесіями та підтримки нестабільних мережевих з'єднань [1]. Існуючі рішення часто суміщають мутацію стану і сповіщення, що ускладнює тестування та горизонтальне масштабування [2]. У даній роботі представлено гібридну REST/WebSocket архітектуру для платформи HackathonGame, де відповідальності чітко розділені між протоколами.

Архітектурне рішення полягає у розмежуванні двох ролей. REST API на базі ASP.NET Core відповідає виключно за мутації стану, тобто за зміну статусу раунду, оновлення токенів команди та перехід до наступного раунду. SignalR з автоматичним fallback на Server-Sent Events і Long Polling відповідає за розсилку подій усім підключеним клієнтам конкретної сесії [3]. Цей підхід протиставляється моделі, де клієнт надсилає команди напряму через WebSocket. Обраний варіант має переваги, адже REST-ендпоінти залишаються незалежно тестованими через Swagger UI, а SignalR Hub не містить бізнес-логіки, що забезпечує горизонтальне масштабування [4].

Ізоляція між паралельними ігровими сесіями реалізована через механізм груп SignalR, де кожна сесія відповідає окремій групі з унікальним кодом. Реалізований SessionHub надає три методи. Перший додає ідентифікатор з'єднання клієнта до групи та сповіщає учасників про підключення. Другий видаляє з'єднання з групи. Третій дозволяє адміністратору розсилати оголошення всім учасникам сесії. При розриві з'єднання SignalR автоматично прибирає ідентифікатор з усіх груп, що унеможливлює витік ресурсів [1].

Контролер управління раундами реалізує REST-інтерфейс з механізмом жадібного завантаження налаштувань разом із сесією для запобігання множинним запитам до бази даних. Повний цикл зміни стану передбачає послідовність з трьох кроків. Адміністратор надсилає REST-запит, контролер зберігає зміни до бази через Entity Framework Core, після чого сервер розсилає подію через SignalR групі сесії. Клієнти не мають можливості змінити стан безпосередньо через WebSocket, що гарантує базу даних як єдине джерело правди [2].

Надійність роботи в умовах нестабільної мережі забезпечується автоматичною деградацією транспорту SignalR. При недоступності WebSocket бібліотека переключається на Server-Sent Events, а за їх відсутності на Long Polling. Це є критично важливим для реальних умов хакатону, де Wi-Fi може бути перевантаженим. Клієнти на різних транспортах отримують однакові події через спільний груповий механізм, що забезпечує консистентність стану [3].

Реалізована гібридна REST/SignalR архітектура забезпечує чіткий поділ між мутацією стану та його розповсюдженням серед клієнтів. Механізм груп SignalR надає природну ізоляцію між паралельними сесіями без додаткового коду. Реалізація включає C# ASP.NET Core (.NET 10), React 18 із Vite та Tailwind CSS, Docker Compose для контейнеризації. Архітектура масштабована горизонтально і тестована покомпонентно завдяки незалежності REST та WebSocket шарів.

Список використаних джерел

1. Sharma N., Agarwal R. (2023). HTTP, WebSocket, and SignalR. A Comparison of Real-Time Online Communication Protocols. MIKE. LNCS, vol. 13924. Springer.
2. Fielding R. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. PhD thesis. University of California, Irvine, 162 p.
3. Murley P., Ma Z., Mason J. et al. (2021). WebSocket Adoption and the Landscape of the Real-Time Web. Proc. WWW. ACM. P. 1192–1203.
4. Newman S. (2021). Building Microservices. 2nd ed. – O'Reilly, 616 p.

Владислав Цахнів, Артур Капелницький
Науковий керівник – асист. Косован Г.В.
доц. Лесінский В.В.

СПОСІБ БЛОКОВОГО ШИФРУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТРЬОХ ХАОТИЧНИХ СИСТЕМ

Зі швидким розвитком передачі зображень через комп'ютерні мережі, зокрема Інтернет, безпека зображень перетворилася на головну проблему. Сьогодні використання соціальних мереж і засобів спілкування стало частиною повсякденного життя майже кожного. Зображення є однією з найбільш використовуваних форм інформації на цих платформах. Шифрування є одним із запропонованих рішень для конфіденційності цих даних. Зокрема, шифрування зображень критично необхідне завдання, з якими здебільшого важко впоратися, використовуючи традиційні алгоритми [1].

Для досягнення достатньої захищеності методу шифрування необхідно дотримуватися двох основних функцій. По-перше, це функція плутанини, яка вимагає, щоб зашифрований текст мав довільний вигляд, що означає рівномірний розподіл значень пікселів. По-друге, це функція розповсюдження, яка має створювати абсолютно несхожий зашифрований текст за допомогою подібних ключів для еквівалентного оригінального тексту [2].

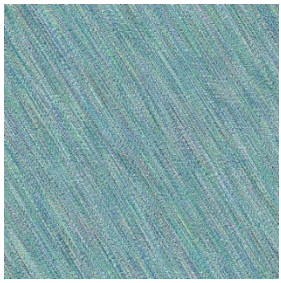
Отже, більшість методів шифрування використовують однотипні хаотичні системи, а відмінним є спосіб їхнього застосування. Тому в даній роботі запропоновано власний підхід та на його основі реалізовано метод шифрування

Запропонований алгоритм використовує три хаотичні відображення, а саме систему Чена [3], одновимірне (1D) логістичне відображення [4] і двовимірне (2D) відображення кота Арнольда [5]. Алгоритм шифрування складається з двох етапів. На першому за допомогою системи Чена генерується випадкове кольорове зображення такого ж самого розміру, що й вхідне зображення. Далі випадкове зображення накладається на вхідне і після накладання проводиться другий етап шифрування.

На другому етапі роботи алгоритму шифрування реалізовуються дві основні операції, а саме: перестановку та дифузію. Спочатку зображення розміром *W*H* після накладання необхідно розбити на блоки фіксованого розміру також прямокутної (квадратної) форми. Далі зображення по блочно необхідно перемішати і це буде реалізовано за допомогою логістичного відображення. Друга частина перестановки буде здійснена над всім зображенням вже з використанням відображення кота Арнольда. Цей етап виконується в два кроки, а саме: перестановка і дифузія, для покращення етапу перестановки і якості шифрування зображення. Приклад роботи методу шифрування наведено на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Приклад роботи методу шифрування: а – оригінальне зображення, б – фінальний результат шифрування

Список використаних джерел

1. Wang Y. et al. (2011). A new chaos-based fast image encryption algorithm. *Applied Soft Computing.* Vol. 11 : 1. P. 514–522.
2. S. Li et al. (2007). On the design of perceptual MPEG-Video encryption algorithms. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology.* Vol. 17 : 2. P. 214–223.
3. H. Dai et al. (2011). A new three-dimensional chaotic system and its modifed generalized projective synchronization. Chin. Phys. B,. Vol. 20 : 4. P. 1–10.
4. Artiles J. A. P., Chaves D. P. B., Pimentel C. (2019). Image encryption using block cipher and chaotic sequences. *Signal Processing: Image Communication.* Vol. 79. P. 24–31.
5. D. F. Chalob et al. (2020). A new block cipher for image encryption based on multi chaotic systems. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*. Vol. 18 : 6. P. 2983 – 2991.

Анна Червінська
Науковий керівник – доц. Антонюк С. В.

СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ РАЦІОНУ З УРАХУВАННЯМ ВАРТОСТІ ПРОДУКТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШІ

Цифрові рішення стрімко розвиваються, охоплюючи різні області повсякденного життя, автоматизуючи багато рутин, зокрема, зараз активно розвиваються рішення в галузі e-health. Поява та розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості у цьому напрямку. Зокрема, з'являються нові перспективи у підході до розв'язання задачі формування збалансованого раціону харчування з урахуванням як фізіологічних потреб людини (класична оптимізаційна задача про раціон), так і обмежень бюджету. Актуальність розробок у цьому напрямі зумовлена тим, що більшість існуючих рішень орієнтовані переважно на нутрієнтний баланс і не враховують змінні ринкові ціни на продукти, що знижує їх практичну цінність. Отже, акцентом у розробці може стати інтеграція технологій ШІ, які дозволять гнучко моніторити раціон користувача, кількість спожитий калорій, контролювати нутрієнтний баланс і додатково фінансово оптимізувати продуктовий кошик у реальному часі.

Запропонований підхід базується на формалізації розглядуваної задачі як моделі оптимізаційної задачі, де на основі введених користувачем параметрів (вік, вага, зріст, рівень фізичної активності та ціль) розраховуються добові потреби в енергії та основних макронутрієнтах. Далі формується множина доступних страв, для яких відомі харчові характеристики та вартість інгредієнтів.

Оптимізаційна модель є задачею змішаного цілочислового лінійного програмування мінімізації цільової функції загальної вартості продуктового набору з урахуванням обмежень на макронутрієнти відповідно до розрахованих норм та м'яких обмежень на різноманітність раціону. Змінними моделі є бінарні та цілочислові величини, що визначають вибір та кількість окремих страв у раціоні.

Для розв'язання задачі використовуються точні методи, зокрема метод гілок і меж. З метою зменшення часу обчислень при зростанні розмірності задачі застосовано евристичні підходи до відбору кандидатних страв. Це дозволяє зберегти прийнятну швидкість роботи системи без суттєвої втрати якості рішення.

Додатково враховано фактор різноманітності раціону шляхом введення обмежень на повторюваність страв, що дозволяє уникнути одноманітних рішень. Реалізовано механізм агрегації інгредієнтів, який зменшує загальну вартість закупівлі за рахунок об'єднання однакових продуктів у різних стравах. ШІ-агент аналізує сформований список інгредієнтів та здійснює моніторинг цін у доступних торгівельних точках, які користувач попередньо вказав як бажані для закупівлі продуктів. Його основною задачею є пошук глобального мінімуму вартості продуктового кошика з урахуванням логістичних обмежень.

Програмна реалізація здійснена у вигляді вебдодатка з можливістю динамічного перерахунку раціону при зміні вхідних параметрів або цін. Проведені дослідження показали, що використання запропонованої моделі дозволяє формувати раціон із дотриманням нутрієнтних норм при одночасному зниженні витрат у порівнянні з неоптимізованими підходами. Запропонована архітектура забезпечує розробці сучасність, високу адаптивність до змінних умов, що робить її ефективним інструментом оптимізації та управління ресурсами.

Список використаних джерел

1. Pandas Documentation: Data Analysis and Manipulation Tool. URL: https://pandas.pydata.org/
2. Python Official Documentation. URL: https://docs.python.org/3/
3. SciPy Optimization and Linear Programming. URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/
4. USDA FoodData Central Database. URL: https://fdc.nal.usda.gov/

Максим Чобан
Науковий керівник – асист. Сорокатий М.О.

АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ЕЛЬ-ГАМАЛЯ НА ПЛАТФОРМІ RASPBERRY PI 4

У сучасних системах інтернет-речей (IoT) питання захисту даних критично важливе. Асиметричне шифрування, зокрема алгоритм Ель-Гамаля, базується на складності розв'язання задачі дискретного логарифмування. Використання мікрокомп'ютерів типу Raspberry Pi 4 дозволяє створювати автономні вузли криптографічного захисту, що поєднують мобільність та обчислювальну потужність архітектури ARM.

Метою роботи є дослідження продуктивності апаратної реалізації схеми Ель-Гамаля на базі 64-бітної архітектури Cortex-A72 та аналіз часових витрат на криптографічні операції при різних довжинах ключа.

Схема Ель-Гамаля включає три етапи:

1. Генерація ключів: вибір великого простого числа p та примітивного кореня g. Відкритий ключ - (p, g, y), де $y = g^x \bmod p$, а x – секретний ключ.
2. Шифрування: обчислення пари $(a, b) = (g^k \bmod p,\ M\ y^k \bmod p)$, де k – випадкове число.
3. Дешифрування: відновлення повідомлення $M = b\ (a^x)^{-1}\ p \bmod p$.

Програмна частина реалізована мовою Python з використанням бібліотеки PyCryptodome. Для оптимізації обчислень на Raspberry Pi 4 використано можливості ОС Raspberry Pi OS (64-bit), що дозволяє ефективно працювати з цілими числами довільної точності.

На рис. 1 зображено залежність часу виконання основних операцій від довжини ключа. Як свідчать дані, при переході з 1024 на 2048 біт час генерації ключа зростає експоненціально, тоді як операція шифрування залишається відносно швидкою (до 120 мс), що прийнятно для IoT-шлюзів.

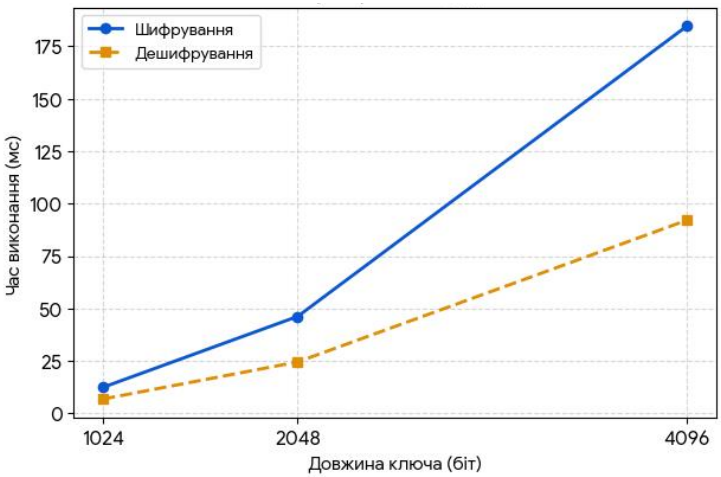


Рис. 1. Часові характеристики алгоритму на Raspberry Pi 4

Raspberry Pi 4 є ефективною платформою для реалізації алгоритму Ель-Гамаля. Завдяки високій частоті процесора (1.5 ГГц), пристрій забезпечує баланс між безпекою (ключі 2048 біт) та швидкодією. Подальша оптимізація можлива шляхом використання мови C++ та інструкцій NEON для паралельних обчислень.

Список використаних джерел

1. Глухов О. Д. (2021). Криптографічні методи захисту інформації : навч. посіб. Київ : ПК «Технологія», 240 с.
2. Баричев С. Г., Сєров Р. Е. (2019). Основи сучасної криптографії. 3-тє вид. Харків : Світ, 176 с.
3. Raspberry Pi 4 Model B product brief. URL: https://datasheets.raspberrypi.com/rpi4/raspberry-pi-4-product-brief.pdf (дата звернення: 08.04.2026).
4. ДСТУ ISO/IEC 18033-2:2015. Інформаційні технології. Методи захисту. Алгоритми шифрування. (2016). Частина 2. Асиметричне шифрування. Київ : Держспоживстандарт України, 82 с.

Катерина Чорней
Науковий керівник – доц. Талах М.В.

АРХІТЕКТУРА МІКРОСЕРВІСНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІГРОВИХ ХАКАТОНІВ

Ігрові хакатони як формат навчання та генерації ідей набувають поширення в університетському середовищі. Існуючі платформи (Devpost, HackerEarth) орієнтовані на адміністрування та подання проєктів, але не підтримують ігрову механіку в реальному часі: роздачу карток, управління токенами, синхронізацію стану між командами [1]. Метою роботи є проектування та реалізація платформи HackathonGame з мікросервісною архітектурою та WebSocket-комунікацією [2]. Водночас відсутня підтримка методологій структурованого навчання – зокрема Design Thinking – як ігрового сценарію з покроковим фасилітуванням і збором артефактів команд.

Платформа реалізована як три незалежні мікросервіси з власними базами і REST API (Рис. 1): Sessions (порт 8081) – 16 ендпоінтів для управління сесіями, командами, раундами і real-time комунікації через SignalR; Cards (порт 8082) – 13 ендпоінтів для каталогу карток у 8 тематичних мастях, рандомізатор витягування, історію з фільтрацією; Scores (порт 8083) – 15 ендпоінтів для нарахування балів, лідерборду, 8 типів бейджів, зберігання форм Problem Canvas та Crazy 8s, CSV-експорту.

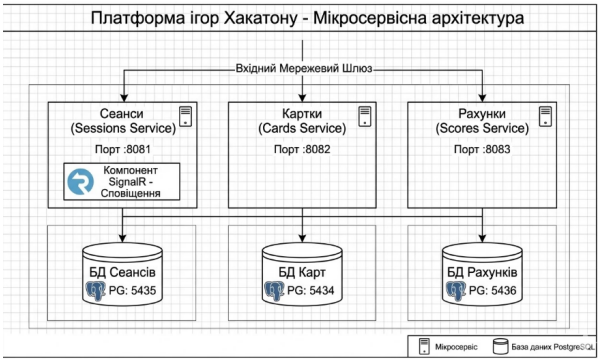


Рис. 1. Мікросервісна архітектура платформи HackathonGame

Ізоляція БД між сервісами унеможливлює пряме крос-сервісне з'єднання на рівні БД взаємодія виключно через REST, що забезпечує незалежне масштабування і деплой [1]. SignalR обраний замість чистого WebSocket для автоматичного fallback (SSE, long polling) при мережевих обмеженнях критично для умов хакатону з нестабільним Wi-Fi [3]. Технічний стек: C# ASP.NET Core (.NET 10), React 18 + Vite + Tailwind CSS, Docker Compose, Swagger UI для документування API [4].

Архітектура платформи спроектована з урахуванням подальшої інтеграції ML-компонентів: накопичена історія витягувань карток (Project 2) і форм Design Thinking (Project 3) є природною основою для аналізу ефективності контенту та real-time NLP-аналізу ідей команд.

Розроблена платформа HackathonGame реалізує повний цикл проведення ігрового хакатону. Мікросервісна архітектура з ізольованими базами даних і SignalR-комунікацією забезпечує незалежну розробку компонентів і готовність до розширення. Пілотне використання платформи в межах навчального процесу підтвердило відтворюваність сценарію та виявило типові патерни командної взаємодії, що становлять основу для подальшого ML-аналізу. Відкрита архітектура і документоване API дозволяють адаптувати платформу для інших дисциплін і форматів командної роботи поза межами хакатону.

Список літератури

1. Newman S. (2021). Building Microservices. 2nd ed. O'Reilly, 616 p.
2. Velepucha V., Flores P. (2023). A Survey on Microservices Architecture: Principles, Patterns and Migration Challenges. *IEEE Access.* Vol. 11. P. 88339–88358.
3. Sharma N., Agarwal R. (2023). HTTP, WebSocket, and SignalR: A Comparison of Real-Time Online Communication Protocols MIKE 2023. LNCS, vol. 13924. Springer.
4. Microsoft. ASP.NET Core SignalR documentation. – learn.microsoft.com, 2024.

Микита Чорний
Науковий керівник – проф. Дейбук В.Г.

ХМАРНА IOT-СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ РОСЛИН А БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ESP32 ТА ПЛАТФОРМИ BLYNK

Хмарна IoT-система автоматизованого поливу рослин на базі мікроконтролера ESP32 і платформи Blynk

Сучасні інформаційні технології, зокрема концепція Інтернету речей (IoT), відкривають широкі можливості для автоматизації побутових та агротехнічних процесів. Одним із актуальних напрямів є створення інтелектуальних систем поливу рослин, що дозволяють забезпечити оптимальний рівень вологості ґрунту, зменшити витрати водних ресурсів і мінімізувати вплив людського фактора.

У даній роботі розроблено хмарну IoT-систему автоматизованого поливу рослин на базі мікроконтролера ESP32 із використанням платформи Blynk [1] для дистанційного моніторингу та керування. Запропонована система поєднує сенсорну підсистему, обчислювальний модуль, виконавчий механізм і хмарний інтерфейс.

Процес функціонування системи включає кілька основних етапів. На першому етапі здійснюється зчитування аналогового сигналу з датчика вологості ґрунту. На другому етапі виконується аналого-цифрове перетворення сигналу за допомогою мікроконтролера ESP32 [2]. Далі отримані значення обробляються та перетворюються у відсотковий показник вологості на основі попередньо виконаного калібрування.

На наступному етапі реалізується алгоритм керування поливом, який базується на пороговому методі з використанням гістерезису. Це дозволяє уникнути частого перемикання виконавчого механізму та забезпечити стабільність роботи системи. У разі зниження вологості нижче заданого порогового значення активується насос, а при досягненні верхнього порогу – вимикається.

Передача даних до хмарного середовища здійснюється через бездротову мережу Wi-Fi із використанням платформи Blynk [1]. Це забезпечує можливість віддаленого моніторингу параметрів системи, зміни налаштувань та ручного керування насосом через мобільний застосунок у режимі реального часу.

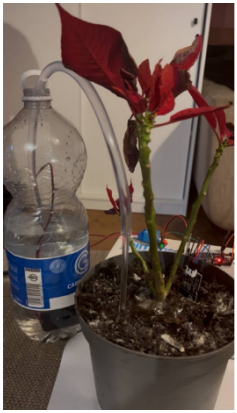


Рис. 1. Експериментальний макет
IoT-системи автоматизованого поливу

Розроблена система реалізована у вигляді експериментального прототипу (рис.1), що дозволяє перевірити коректність роботи алгоритму автоматичного керування та взаємодію між її складовими. Отримані результати підтверджують працездатність системи й ефективність запропонованого підходу до автоматизації процесу поливу.

Запропоноване рішення може бути використане у домашніх господарствах, теплицях та навчальних лабораторіях. Перспективи подальшого розвитку включають розширення сенсорної підсистеми, використання декількох датчиків, впровадження інтелектуальних алгоритмів керування та застосування автономних джерел живлення.

Список використаних джерел

1. Blynk IoT Platform Documentation. URL : https://docs.blynk.io
2. Espressif Systems. ESP32 Series Datasheet. URL : https://www.espressif.com

Ігор Чуріков
Науковий керівник – доц. Талах М.В.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АКТИВНОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ПРОГНОЗУВАННІ ФОРМУВАННЯ ЗВИЧОК

Прогнозування виконання щоденних звичок є складною задачею мащинного навчання через високу індивідуальність поведінкових патернів та обмежену кількість даних на початкових етапах. Середній час формування автоматичної звички – 66 днів з варіативністю 18-254 дні [1]. Мета роботи – розробка гібридної системи, що поєднує активне навчання з розширеною інженерією ознак для персоналізованих прогнозних моделей у вебзастосунку для трекінгу звичок.

Система інженерії ознак охоплює 10 груп: (1) динамічні характеристики − momentum та acceleration стріків через Δstreak = current_streak − streak_7_days_ago; (2) стабільність поведінки – streak volatility як стандартне відхилення довжин стріків за 60–90 днів; (3) контекстуальні зміни – context drift score через порівняння частки виконань за останні 14 днів з попереднім місяцем; (4) швидкість відновлення – recovery speed як середня кількість днів до відновлення стріка ≥3 після кожного зриву; (5) сила тригерів – cue strength через відсоток виконань у певний час доби за 30 днів; (6) міжзвичкові взаємодії – cross-habit interference через кореляцію виконання топ-3 звичок; (7) втома − fatigue proxy як нормалізована кількість виконань за останні 3 дні; (8) сезонність − sin/cos кодування та бінарні маркери для свят; (9) зрілість звички − habit age buckets через логарифм днів від створення з бінами 7/14/30/60/90 днів; (10) метахарактеристики − device behavior через середній час від нотифікації до логування та частку запізнілих логів.

Для мінімізації навантаження застосовано активне навчання з етапним збором даних [2]: (1) онбординг (перші 3 дні) − базова анкета (subjective_difficulty, preferred_time_of_day, weekend_vulnerability, main_failure_reason, overall_discipline); (2) ранній активний період (7–14 днів) − запити immediate_confidence та short_term_barrier не частіше 1 разу на 2–3 дні при виконанні <50% прогнозів; (3) після зриву (streak з ≥5 до 0) – автоматичний збір failure_reason та

post_failure_motivation; (4) стабільний період (14–30+ днів) – раз на 3–4 тижні запитується habit_automaticity та life_context_change; (5) постійно − uncertainty sampling лише при прогнозованій ймовірності 35–65% впродовж 2–3 днів поспіль.

Прогнозна модель базується на LightGBM [3] з GroupKFold-валідацією по user_id. У перспективі − ансамбль LightGBM (50–60%) + XGBoost (20–30%) + TabNet (10–20%) зі stacking через метамодель Ridge. Очікуваний приріст AUC/PR-AUC − +4–10% порівняно з базовим LightGBM, особливо для користувачів із 30–150 записами.

Для інтерпретованості реалізовано систему природномовних пояснень на основі рангових значень ознак LightGBM та відхилень від персональних базових ліній [4]. Наприклад: «Ймовірність низька (42%), бо: вихідний день (−18%), низький recent_rate (−12%), але високий streak компенсує (+8%)». Архітектура − мікросервісна: backend .NET/C# з CQRS (Entity Framework + Dapper, 3× приріст при 200 000 об'єктів), ML-сервіс Python/ FastAPI, frontend ReactJS, БД PostgreSQL [5].

Система демонструє ефективність гібридного підходу завдяки: мінімізації навантаження через uncertainty sampling; персоналізованим ознакам типу recovery_speed та context_drift; природномовній інтерпретованості прогнозів; масштабованій мікросервісній архітектурі. Подальший розвиток − Temporal Fusion Transformer для горизонтів >60 днів, BERT-embeddings для класифікації причин зривів та адаптація підходу для суміжних доменів.

Список використаних джерел

1. Lally P., van Jaarsveld C. H. M., Potts H. W. W., Wardle J. How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. European Journal of Social Psychology, 2010, vol. 40(6), 998–1009.
2. Settles B. Active Learning Literature Survey. Computer Sciences Technical Report 1648, University of Wisconsin–Madison, 2009.
3. Ke G. et al. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, 2017, 3149–3157.
4. Lundberg S. M., Lee S.-I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, 2017, 4768–4777.
5. Martin R. C. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Prentice Hall, 2018, 432 с.

Олександра Шаповалюк
Науковий керівник – доц. Газдюк К.П.

CRM-ПЛАТФОРМА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТА АНАЛІТИКИ ЗАМОВЛЕНЬ РЕСТОРАНУ

В умовах активного розвитку цифрових технологій у сфері обслуговування особливої актуальності набуває впровадження сучасних інформаційних систем для автоматизації діяльності закладів громадського харчування. Ресторани щоденно оперують великими масивами даних, що включають відомості про замовлення, клієнтів, асортимент страв та використання ресурсів. Результативність функціонування закладу значною мірою залежить від оперативності обробки цієї інформації та здатності ефективно її аналізувати [1].

Наявні програмні рішення для ресторанного бізнесу здебільшого орієнтовані на базову автоматизацію процесів обліку та прийому замовлень, проте часто не надають достатніх інструментів для глибокої аналітики та прогнозування. Це обмежує можливості оптимізації роботи закладу, зокрема в частині планування навантаження, управління запасами та формування меню [2]. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні CRM-платформи, яка поєднує функції керування замовленнями з інтелектуальним аналізом даних [1].

У рамках дослідження запропоновано підхід до розробки CRM-системи, що забезпечує централізоване управління всіма етапами обробки замовлень. Платформа формує єдине цифрове середовище, у якому користувачі можуть контролювати стан замовлень у режимі реального часу, відстежувати процес їх виконання та координувати роботу персоналу.

Система передбачає розподіл прав доступу між різними категоріями користувачів, серед яких адміністратори, кухарі та допоміжний персонал. Адміністратори мають доступ до аналітичних інструментів і звітності, кухарі працюють із процесом приготування страв, а офіціанти відповідають за формування та супровід замовлень клієнтів.

Важливою складовою платформи є аналітичний функціонал, що дозволяє здійснювати обробку даних про замовлення за різні часові інтервали (доба, тиждень, місяць), визначати періоди найбільшого навантаження та оцінювати продуктивність роботи закладу [2]. На основі накопиченої інформації система дає змогу прогнозувати потребу в інгредієнтах на наступний день, що сприяє раціональному плануванню закупівель [2].

Окрім цього, платформа підтримує розрахунок харчової цінності страв, включаючи показники білків, жирів і вуглеводів, а також енергетичну цінність [3]. Це відкриває можливість формування збалансованих меню та створення тижневих планів харчування із заданими параметрами калорійності для кожного дня [3].

Технічна реалізація платформи базується на сучасному стеку веб-технологій, що включає використання бібліотеки React та фреймворку Next.js для розробки клієнтської частини, мови програмування TypeScript для забезпечення типізації, а також Node.js і Express для серверної логіки. Для стилізації інтерфейсу застосовується Tailwind CSS, а збереження даних забезпечується реляційною базою даних PostgreSQL.

У підсумку було сформовано концепцію CRM-платформи, яка інтегрує інструменти управління замовленнями, аналітики та планування ресурсів у межах єдиного програмного рішення.

Наукова значущість роботи полягає у дослідженні застосування методів аналізу даних у системах управління ресторанною діяльністю. Практична цінність полягає у створенні інструменту, що дозволяє підвищити ефективність роботи закладу, оптимізувати витрати та поліпшити якість обслуговування клієнтів.

Список використаних джерел

1. Customer relationship management – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Customer_relationship_management
2. Provost F., Fawcett T. (2012). Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking. Sebastopol: O'Reilly Media. 414 p.
3. Whitney E., Rolfes S. (2015). Understanding Nutrition. 14th ed. Boston: Cengage Learning. 880 p.

Владислав Шевчук
Науковий керівник – доц. Архелюк О. Д.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОРКЕСТРАЦІЇ ХМАРНИХ МЕРЕЖЕВИХ ФУНКЦІЙ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Сучасні телекомунікаційні мережі переходять від апаратно-орієнтованих рішень до віртуалізованих і хмарних мережевих функцій, що відповідає концепції віртуалізації мережевих функцій (NFV) та забезпечує підвищення гнучкості, масштабованості й ефективності використання ресурсів [1]. За таких умов особливого значення набуває автоматизація керування мережевими функціями, оскільки контейнеризовані сервіси потребують постійного контролю стану, навантаження, доступності та взаємодії між окремими компонентами.

Для розв’язання цієї задачі доцільне використання інтелектуальної системи, яка поєднує моніторинг, аналіз стану середовища та автоматичне виконання керуючих дій. Як програмну реалізацію ядра мобільної мережі використано платформу Open5GS [2], що підтримує функції 5G-ядра. Для моделювання роботи абонентського обладнання та базової станції застосовано UERANSIM [3].

Експериментальне середовище побудовано на базі Kubernetes [4], який забезпечує автоматизацію розгортання, масштабування та керування контейнеризованими застосунками. Для збору метрик використано Prometheus [5], а для візуалізації стану системи – Grafana [6]. Логіку оркестрації реалізовано окремим модулем мовою Python.

Показана на рис. 1 схема відображає циклічний принцип роботи розробленої системи оркестрації. Оркестратор отримує дані про стан сервісів і контрольовані метрики, аналізує їх та залежно від результату або продовжує моніторинг, або формує керуючу дію через Kubernetes API. Під час аналізу враховуються стан стан об’єкта керування (Deployment) і базової одиниці

розгортання (Pod), кількість готових реплік, число перезапусків контейнерів, використання процесора, оперативної пам'яті, мережева активність і прикладні показники мережевих функцій. На цій основі реалізуються сценарії масштабування, автоматичного відновлення та утримання від втручання у разі недоступності залежного сервісу. Для зменшення нестабільних спрацювань використано порогові правила, cooldown та hysteresis.



Рис. 1. Послідовність роботи оркестратора в циклі керування

Список використаних джерел

1. ETSI. Network Functions Virtualisation (NFV). URL: https://www.etsi.org/technologies/nfv (дата звернення: 03.04.2026).
2. Open5GS Documentation. Open5GS. URL: https://open5gs.org (дата звернення: 03.04.2026).
3. UERANSIM. Open source 5G UE and RAN simulator. URL: https://github.com/aligungr/UERANSIM (дата звернення: 03.04.2026).
4. Kubernetes Documentation. Kubernetes Overview. URL: https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/ (дата звернення: 03.04.2026).
5. Prometheus Documentation. Overview. URL: https://prometheus.io/docs/introduction/overview/ (дата звернення: 03.04.2026).
6. Grafana Documentation. Introduction to Grafana. URL: https://grafana.com/docs/grafana/latest/introduction/ (дата звернення: 03.04.2026).

Валерія Шереметьєва, Анастасія Кострeба
Науковий керівник – доцент Фельде Х.В.

СТВОРЕННЯ ПОЛІГРАФІЧНОГО ПРОДУКТУ У ЖАНРІ ФЕНТЕЗІ ДЛЯ СТАРШОЇ АУДИТОРІЇ: АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ

Сучасний книжковий ринок демонструє стійке зростання інтересу до жанрової літератури, серед якої фентезі посідає одну з провідних позицій. Дослідження читацьких уподобань свідчать, що цей жанр характеризується широким охопленням аудиторії та стабільним попитом, зокрема серед дорослих читачів [1]. В умовах зростаючої конкуренції на книжковому ринку особливого значення набуває не лише змістове наповнення видання, але й його матеріально-візуальна форма. Книга розглядається як комплексний продукт, у якому поєднуються текст, дизайн і технологія виробництва, а її оформлення виступає важливим елементом комунікації з читачем [2]. Дослідження у сфері споживчої поведінки підтверджують, що візуальне оформлення книги є одним із ключових факторів первинного вибору. Зокрема, обкладинка впливає на увагу читача та може визначати ймовірність придбання видання [3]. Візуальні елементи, такі як колір, композиція, типографіка та ілюстративне наповнення, формують емоційне сприйняття книги та її жанрову ідентифікацію, що є особливо важливим для фентезі як жанру з вираженою атмосферністю [4]. Поряд із візуальними характеристиками, значну роль відіграють матеріальні параметри видання [5].

Особливе місце у цьому контексті займають видання у твердій палітурці. Вони асоціюються з довговічністю, надійністю та високою якістю виконання [6]. Конструктивні особливості твердої палітурки також забезпечують ширші можливості для застосування оздоблювальних технологій. У дослідженні фентезі-видання розглядається як преміальний поліграфічний продукт, орієнтований на старшу аудиторію. Концепція передбачає використання комплексу оздоблювальних рішень, зокрема твердої

палітурки, суперобкладинки, тиснення фольгою, ляссе та вибіркового лакування. Такі елементи виконують не лише декоративну, але й семантичну функцію, підсилюючи атмосферу твору та формуючи цілісне візуально-тактильне сприйняття. Візуальна концепція проєкту базується на поєднанні готичної естетики та сучасного мінімалізму, що відповідає жанровим характеристикам урбаністичного темного фентезі.

У межах дослідження розроблено концепцію авторського поліграфічного продукту, представлену у вигляді візуального мудборду та експериментального макету сторінки. Такий підхід дозволяє апробувати основні стилістичні, композиційні та технологічні рішення на етапі проєктування.

Таким чином, створення поліграфічного продукту у жанрі фентезі для старшої аудиторії є актуальним напрямом сучасної видавничо-поліграфічної діяльності. Поєднання змістових, візуальних і матеріально-технологічних складових забезпечує формування цілісного продукту, здатного ефективно взаємодіяти з читачем і відповідати сучасним ринковим вимогам

Список використаних джерел

1. Menadue C., Jacups S. (2018). Who Reads Science Fiction and Fantasy? SAGE Open. URL: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2158244018780946
2. Системний підхід та українська ідентичність у дизайн-системі маркетингової комунікації книжкового видання. (2023). *Demiurge: Ideas, Technologies, Perspectives of Design*. URL: https://demiurge.knukim.edu.ua/article/view/292143
3. Do consumers judge a book by its cover? (2018). *Journal of Retailing and Consumer Services*. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698917304666
4. Analysis of Book Cover Design and Reader Preference. 2024. URL: https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti_id=ART003091113
5. The role of tactile perception in book design. 2024. URL: https://thesis.unipd.it/handle/20.500.12608/87812
6. Hardcover vs Paperback: Consumer perception and value. URL: https://www.seseprinting.com/a-hardcover-book-printing-vs-paperback-which-should-you-choose.html

Максим Шешуряк
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

АДАПТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ТЕПЛО-ВОДОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ ВИМІРЮВАНЬ І ЗОВНІШНІХ УМОВ

Метою роботи є розроблення адаптивної системи керування тепло-водопостачанням, у якій рішення про вмикання або вимикання циркуляційного насоса приймається не лише за різницею температур, а й з урахуванням зовнішніх умов та невизначеності вимірювань. Такий підхід дає змогу зробити систему стійкішою в реальній експлуатації, коли на її роботу впливають освітленість, температура навколишнього середовища, інерційність теплових процесів і похибки давачів.

Актуальність теми пов’язана з тим, що в більшості побутових систем сонячного теплопостачання застосовують просте порогове керування: насос вмикається, коли температура колектора перевищує температуру теплоакумулятора на фіксовану величину. На практиці цього часто недостатньо. За змінної інсоляції, похолодання або невеликих температурних перепадів система може реагувати нестабільно: насос запускається без реальної користі, теплоносій циркулює марно, а частина електроенергії витрачається без помітного теплового ефекту

У роботі розглянуто систему типу «сонячний колектор – теплоакумулятор – система опалення», для якої запропоновано диференційно-різницевий алгоритм керування. Його суть полягає в тому, що враховується не лише саме значення перепаду температур між колектором і теплоакумулятором, а й характер його зміни в часі. Тобто система реагує не просто на перевищення порога, а на реальну тенденцію до нагрівання.

Основною керувальною величиною є температурний перепад

$$\Delta T = T_{\text{к}} - T_{\text{а}}, \qquad (1)$$

де $T_к$ – температура колектора, а $T_а$ – температура теплоакумулятора. Але, на відміну від класичної схеми, у запропонованій системі поріг спрацювання не є сталим. Він змінюється залежно від поточної освітленості та температури зовнішнього повітря:

$$\Delta T_{пор} = \Delta T_0 + k_1(G_0 - G) + k_2(T_0 - T_{зовн}), \quad (2)$$

де ΔT_0 — базовий поріг, G — поточна освітленість, $T_{зовн}$ — зовнішня температура, а k_1 і k_2 — коефіцієнти адаптації. Фізично це означає, що при зниженні сонячної активності або похолоданні система стає обережнішою і не вмикає насос завчасно.

Важливою частиною роботи є врахування невизначеностей вимірювань. Саме цей аспект часто ігнорується у спрощених системах керування, хоча похибка температурних каналів може бути співрозмірною з порогом спрацювання. У проведеному дослідженні оцінено невизначеність окремих температурних каналів і різниці температур, що дало змогу обґрунтовано вибрати пороги керування та уникнути помилкових спрацьовувань. Крім того, підтверджено доцільність введення додаткового критерію за освітленістю, який запобігає надлишковій циркуляції теплоносія за недостатнього сонячного потоку

Запропонований алгоритм реалізовано на мікроконтролерній платформі з температурними давачами та каналом контролю освітленості. Це дозволило організувати локальний моніторинг параметрів у реальному часі та перевірити роботу системи в умовах, близьких до практичної експлуатації. Отримані результати показали, що адаптивне керування забезпечує кращий коефіцієнт використання енергії колектора, ніж класична система з фіксованим порогом, а також зменшує кількість зайвих перемикань насоса

Отже, адаптивна система керування тепло-водопостачанням з урахуванням невизначеностей вимірювань та зовнішніх умов є ефективнішою за традиційні порогові схеми. Її практична цінність полягає в кращому узгодженні роботи виконавчих елементів із реальним тепловим станом системи, зменшенні надлишкової циркуляції теплоносія та підвищенні загальної енергоефективності установки.

Георгій Шлюсар, Борислав Павлишин
Науковий керівник – доц. Солтис І. В.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ДРУКУ НА ВІДТВОРЕННЯ ФОТОІЛЮСТРАЦІЙ У ВИДАННЯХ

У сучасних поліграфічних виданнях якість відтворення фотоілюстрацій є одним із ключових факторів, що визначають їх візуальну привабливість та інформативність. Особливого значення набуває оптимізація параметрів друку, зокрема лініатури растру, типу растрування та виду паперу.

Для дослідження сформовано тестову шкалу, що містила фотоілюстрації з різним рівнем деталізації, тональними переходами та текстурними елементами. Друк здійснювався з варіюванням таких параметрів:

- лініатура растру: 150 lpi, 200 lpi, 300 lpi;
- тип растру: амплітудно-модульований (AM) та частотно-модульований (FM);
- тип паперу: крейдований (глянцевий) та некрейдований (офсетний).

Оцінювання якості відбитків проводилось за такими критеріями:

- чіткість дрібних деталей;
- плавність тонових переходів;
- рівень розтискування растрової точки;
- наявність артефактів (муар, зернистість).

У ході проведеного аналізу встановлено, що при використанні лініатури 150 lpi спостерігається недостатня деталізація зображень, особливо у світлих та темних ділянках. Збільшення лініатури до 200 lpi забезпечує оптимальний баланс між чіткістю та стабільністю друку. Використання 300 lpi дозволяє підвищити деталізацію, однак лише за умови застосування високоякісного крейдованого паперу, інакше виникає значне розтискування точок.

Порівняння типів растрування показало, що FM-растр забезпечує більш точне відтворення дрібних деталей та відсутність муару, однак може створювати ефект зернистості на некрейдованих паперах. AM-растр демонструє стабільні результати, але поступається у передачі високочастотних деталей.

Аналіз впливу паперу показав, що крейдований папір забезпечує найкращу якість відтворення фотоілюстрацій за всіма досліджуваними параметрами. Некрейдований папір спричиняє зниження різкості та контрасту через поглинання фарби та збільшення розтискування. Результати аналізу наведено в табл. 1

Таблиця 1 – Результати оцінювання якості відбитків

Параметри друку	Чіткість деталей	Тонові переходи	Розтискування (%)	Артефакти
150 lpi, AM, офсетний	низька	середня	22–25	муар, шум
150 lpi, AM, крейдований	середня	добра	15–18	слабкий муар
200 lpi, AM, крейдований	висока	висока	10–12	мінімальні
200 lpi, FM, крейдований	дуже висока	дуже висока	8–10	відсутні
300 lpi, FM, крейдований	максимальна	дуже висока	6–8	відсутні
300 lpi, FM, офсетний	середня	середня	18–22	зернистість

Основні результати дослідження: оптимальна лініатура для більшості видань – 200 lpi; FM-растр доцільно використовувати для високоякісних фотоілюстрацій; крейдований папір забезпечує максимальну якість зображення; поєднання високої лініатури та некрейдованого паперу призводить до втрати деталей.

Отже, проведене дослідження показало, що найкраща якість відтворення фотоілюстрацій досягається при використанні лініатури 200–300 lpi, FM-растру та крейдованого паперу. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації параметрів друку у видавничо-поліграфічній практиці.

Список використаних джерел

1. Simprint [Електронний ресурс: Веб-сайт]. Друк на тканині. https://simprint.com.ua/ (дата звернення: 18.03.2026).
2. Mistosumy [Електронний ресурс: Веб-сайт]. Цифровий друк. https://mistosumy.com/ (дата звернення: 20.03.2026).

Денис Штефлюк
Науковий керівник – доц. Єрмоленко С.Б.

НОРМАЛІЗОВАНІ СПЕКТРАЛЬНІ ІНДЕКСИ В ПОЛЯРИМЕТРИЧНОМУ МЕТОДІ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЗМІН СІТКІВКИ ОКА

Метою роботи є дослідження можливостей нормалізованих спектральних індексів у поєднанні з поляриметричним аналізом для оцінювання структурних змін сітківки ока, передусім тих, що супроводжують розвиток глаукоми. У роботі поєднані дві групи ознак: спектральні, які відображають зміни в глибших шарах і пігментних структурах, та поляризаційні, що дають змогу судити про впорядкованість нервових волокон сітківки.

Актуальність роботи зумовлена тим, що ранні глаукомні зміни не завжди помітні під час стандартного огляду. На початкових етапах структура тканини вже змінюється, але ці зміни ще можуть не давати чіткої клінічної картини. Особливий інтерес становлять неінвазивні оптичні методи, які детектують дрібні структурні порушення ще до появи виражених втрат.

У роботі використано спектрально-поляриметричний підхід із вузькосмуговим освітленням на довжинах хвиль 460, 530, 630 і 850 нм та усіченою Стокс-поляриметрією. На основі зареєстрованих зображень визначалися параметри S_0, S_1, S_2, а також похідні величини – ступінь лінійної поляризації DoLP і азимут лінійної поляризації AoLP. Така схема дає змогу оцінити не лише інтенсивність відбитого сигналу, а й те, наскільки впорядковано поводиться поляризоване світло після взаємодії з тканинами сітківки.

Для спектрального аналізу використовували нормалізований різницевий індекс

$$ND(\lambda_1, \lambda_2) = \frac{I(\lambda_1) - I(\lambda_2)}{I(\lambda_1) + I(\lambda_2)}, \quad (1)$$

де $I(\lambda_1)$та $I(\lambda_2)$ — інтенсивності відбитого світла на двох вибраних довжинах хвиль. Така форма запису зменшує вплив загального рівня освітлення, експозиції, масштабних факторів і дозволяє точніше порівнювати різні ділянки сітківки між собою.

Серед досліджених показників найбільш інформативним виявився індекс ND(630/850). Саме він найкраще реагував на глибинні структурні зміни, пов'язані з глаукомною екскавацією та перебудовою тканин у ділянці диска зорового нерва. Для нього отримано середнє значення 0,250, медіану 0,286, а в окремих змінених зонах значення досягали 0,7, що свідчить про високу чутливість цього індексу до локальних морфологічних порушень

Ступінь лінійної поляризації визначали за співвідношенням

$$DoLP = \frac{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}}{S_0}. \quad (2)$$

Цей параметр показує, яка частина зареєстрованого світла зберігає лінійну поляризацію після проходження через тканини ока. Якщо структура волокон добре впорядкована, поляризаційна картина є більш стабільною. Якщо ж тканина втрачає свою організованість, сигнал стає менш однорідним, а просторовий розподіл поляризаційних параметрів помітно змінюється.

У досліджених патологічних ділянках спостерігалися характерні відхилення як у DoLP, так і в AoLP. Зокрема, зафіксовано підвищення індексу поляризації до 7,8 ± 4,3, а також флуктуації AoLP до ±1,2 рад, що узгоджується з уявленням про дезорганізацію шару нервових волокон і порушення нормальної просторової симетрії поляризаційного поля

Щоб краще виділяти змінені зони, у роботі також застосовано кластеризацію ND-простору методом K-Means. Це дало змогу не лише побачити різницю між здоровими й патологічно зміненими ділянками, а й окремо локалізувати зону екскавації та перехідні області. Практично це важливо, бо такий підхід переводить аналіз із рівня «помітно / непомітно» на рівень кількісного картування структурних змін.

Отже, поєднання нормалізованих спектральних індексів із поляриметричними параметрами DoLP та AoLP виявилося перспективним для оцінювання структурного стану сітківки. Такий підхід підвищує чутливість неінвазивної діагностики, дає змогу краще виявляти ранні глаукомні зміни й може стати основою для компактних систем офтальмологічного скринінгу.

Микола Шумейко
Наукова керівниця – асист. Іванущак Н.М.

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ IOT-ПРИСТРОЇВ У ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖАХ

Сучасний стан енергетичної інфраструктури України вимагає переходу від пасивного споживання електроенергії до активного енергоменеджменту. Стрімке поширення пристроїв Інтернету речей (IoT), таких як розумні розетки, інвертори та датчики, створює підґрунтя для автоматизації осель. Проте відсутність єдиної екосистеми для обладнання різних виробників ускладнює створення сценаріїв енергозбереження під час блекаутів.

Метою роботи є проєктування та реалізація клієнт-серверної системи для автоматичного виявлення та дистанційного керування IoT-пристроями, що забезпечує уніфікований моніторинг енерговитрат незалежно від бренду обладнання.

Додатково, важливим аспектом є забезпечення надійності й відмовостійкості такої системи в умовах нестабільного електропостачання та мережевих збоїв. Запропоноване рішення має передбачати використання локальних сценаріїв керування, буферизацію даних і синхронізацію після відновлення зв’язку, що дозволить підтримувати базову функціональність навіть під час відсутності Інтернету. Окрім цього, інтеграція механізмів аналітики споживання електроенергії та прогнозування навантаження сприятиме більш ефективному розподілу ресурсів і зменшенню пікових перевантажень, що є критично важливим для підвищення енергетичної стійкості як окремих домогосподарств, так і енергосистеми країни в цілому.

Архітектура та реалізація полягає у вирішенні проблеми мережевих бар’єрів при доступі до локальних пристроїв із хмарного сервера, для чого запропоновано гібридний підхід до Service Discovery. Основні компоненти системи включають:

1. Edge-рівень (Docker-агент): контейнеризований додаток на базі Spring Boot, що запускається локально та використовує прото-

кол mDNS для ідентифікації пристроїв (наприклад, на базі ESP32) за їхніми іменами без необхідності знання статичних IP-адрес.

2. Центральний вузол (Spring Boot & PostgreSQL): виконує роль координатора даних, забезпечуючи транзакційне збереження телеметрії (показників приладів, напруги, тощо). Використання механізму Write-Ahead Logging (WAL) у PostgreSQL гарантує цілісність даних про енерговитрати навіть при раптових збоях живлення.

3. Користувацький інтерфейс (Angular): Single Page Application, що через WebSockets відображає графіки споживання у реальному часі та дозволяє миттєво передавати команди керування (наприклад, вимкнення бойлера при переході на живлення від акумулятора).

4. Комунікаційний шар: взаємодія між локальним сегментом та хмарою реалізована через легковажний протокол MQTT, що є оптимальним для умов нестабільного зв'язку.

Наукова новизна полягає у розробці архітектурного рішення, де функція сканування локальної мережі делегована клієнтському браузерному додатку через локальний «місток» (Python Bridge). Це дозволяє уникнути складної конфігурації VPN-тунелів та мережевих шлюзів, забезпечуючи приватність і швидке реагування на зміну стану мережі.

Розроблена система є фундаментом для створення рішень типу Smart Grid на рівні окремого домогосподарства. Вона дозволяє реалізувати інтелектуальний розподіл навантаження, запобігаючи перевантаженню мережі та оптимізуючи витрати енергії в періоди дефіциту потужності.

Список використаних джерел

1. RFC 6762: Multicast DNS. [Електронний ресурс]. – URL : https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6762.
2. Іванов І. О., Петренко П. С. (2022). Інтернет речей у системах енергоменеджменту : монографія. Київ : КНУ ім. Т. Шевченка. 256 с.

Данило Щербан
Науковий керівник – доц. Воробець О.І.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ОБМІНУ ДАНИМИ МІЖ МІКРОПРОЦЕСОРНИМИ ПРИСТРОЯМИ

Сучасні комп’ютерні та вбудовані системи широко використовують мікропроцесорні пристрої для виконання обчислювальних задач, керування обладнанням та обміну інформацією між компонентами системи. Взаємодія між такими пристроями здійснюється за допомогою відповідних апаратних інтерфейсів і протоколів передачі даних. Найбільш поширені UART, SPI та I2C, які активно застосовуються у мікроконтролерних та вбудованих системах [1].

Підготовка фахівців у галузі комп’ютерної інженерії передбачає розуміння принципів роботи таких інтерфейсів, структури повідомлень та механізмів передачі даних між пристроями. Їх дослідження навчальному процесі, особливо у форматі дистанційного навчання, ускладнюється через необхідність використання спеціалізованого апаратного обладнання: налагоджувальних плат, аналізаторів сигналів або інших вимірювальних засобів.

Одним із можливих шляхів розв’язання цієї проблеми є застосування програмних засобів моделювання, які дозволяють відтворювати процеси передачі даних між пристроями у віртуальному середовищі. Такі системи дають можливість досліджувати поведінку комунікаційних інтерфейсів, аналізувати послідовність передачі сигналів та отримувати наочне уявлення про принципи функціонування протоколів обміну даними.

Запропонований програмний застосунок призначений для моделювання вказаних процесів та візуалізації роботи різних комунікаційних інтерфейсів. Користувач має можливість створювати модель системи, додавати до неї окремі пристрої та встановлювати між ними з’єднання для подальшого дослідження процесів обміну інформацією.

Під час моделювання передбачається підтримка поширених інтерфейсів передачі даних, зокрема UART, SPI та I2C. Користу-

вач може обирати тип протоколу, задавати параметри передачі даних та запускати процес симуляції. У процесі роботи система відображає послідовність передачі сигналів, структуру повідомлень та етапи обміну даними між пристроями.

Реалізація програмного коду застосунку виконується з використанням мови програмування Python та бібліотек для створення графічного інтерфейсу користувача. Для побудови інтерфейсу та організації взаємодії користувача із системою застосовуються бібліотеки PyQt або PySide. Для візуалізації структури взаємодії між пристроями використовуються бібліотеки NetworkX та Graphviz, а для відображення часових діаграм та сигналів – Matplotlib. Застосування зазначених технологій дозволяє створити інтерактивне програмне середовище, яке забезпечує наочне представлення процесів передачі даних.

Запропонована система може бути використана у навчальному процесі під час вивчення архітектури комп'ютерних систем, мікропроцесорної техніки та комунікаційних інтерфейсів. Використання такого програмного інструменту дозволить поліпшити розуміння принципів взаємодії між мікропроцесорними пристроями та підвищити ефективність навчання. Подальший розвиток системи може передбачати розширення набору підтримуваних протоколів передачі даних, удосконалення засобів візуалізації процесів обміну інформацією, а також інтеграцію з іншими навчальними програмними середовищами.

Список використаних джерел

1. Терещенко Т. О. Тодоренко Л. М., Ямненко Ю. С. (2017). Мікропроцесорні пристрої: навч. посібник для студентів зі спец-ті «Електроніка». К.: Кафедра, 244 с. ISBN 978-617-7301-37-9 https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/70ca26dd-6e59-4e5d-878f-7f5e89d943c8/content

Ярослав Юрійчук
Науковий керівник – проф. Дейбук В.Г.

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ IOT ТА VR У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ І МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Сучасний розвиток промисловості, відомий як Індустрія 4.0, характеризується широким використанням цифрових технологій, автоматизації та систем аналізу даних. У виробничих середовищах активно застосовуються мережі датчиків, які генерують значні обсяги телеметричної інформації про стан обладнання та технологічних процесів. Традиційні системи моніторингу, що базуються на використанні таблиць і двовимірних графіків, не завжди забезпечують достатню наочність та ефективність аналізу складних технічних систем. У зв'язку з цим актуальним є використання нових підходів до організації систем моніторингу, зокрема технологій Internet of Things та сучасних засобів візуалізації даних.

Технологія Internet of Things дозволяє об'єднувати фізичні пристрої, оснащені датчиками та засобами зв'язку, у єдину інформаційну мережу. Це забезпечує автоматичний збір та передачу даних про стан об'єктів у режимі реального часу. Для організації обміну повідомленнями між пристроями широко використовується протокол MQTT, який базується на моделі publish/subscribe та дозволяє ефективно передавати невеликі повідомлення між великою кількістю клієнтів. Передача даних здійснюється через спеціальний сервер – брокер повідомлень, який забезпечує прийом, маршрутизацію та доставку інформації між компонентами системи.

Одним із перспективних підходів до підвищення ефективності систем моніторингу є використання концепції цифрового двійника. Цифровий двійник представляє собою віртуальну модель фізичного об'єкта, яка синхронізується з даними з реального середовища та відображає поточний стан системи у цифровому просторі. Для підвищення наочності представлення

інформації доцільне використання технологій віртуальної реальності, які дозволяють створювати інтерактивні тривимірні середовища для аналізу стану об’єктів.

У роботі запропоновано архітектуру системи моніторингу промислових об’єктів, що поєднує можливості IoT-технологій, MQTT та VR-візуалізації. Система включає симулятор IoT-датчиків, систему передачі даних та клієнтський VR-додаток. Для моделювання роботи мережі датчиків розроблено програмний симулятор мовою Python, який генерує телеметричні дані з заданою частотою та публікує їх у MQTT-топіки. Передача повідомлень між компонентами системи здійснюється через MQTT-брокер HiveMQ, що забезпечує стабільну та масштабовану доставку даних у режимі реального часу.

Візуалізація інформації реалізована у вигляді VR-додатка, розробленого у середовищі Unity. Додаток отримує телеметричні повідомлення від брокера та відображає їх у тривимірному середовищі у вигляді цифрової моделі об’єкта. Кожен елемент віртуальної сцени відповідає певному датчику або пристрою та змінює свій стан залежно від отриманих даних. Такий підхід дозволяє оператору швидко ідентифікувати проблемні ділянки та підвищує ефективність контролю за станом промислових систем.

Запропонована система поєднує технології Internet of Things, цифрових двійників та віртуальної реальності у єдину інформаційну платформу. Використання інтерактивного тривимірного середовища дозволяє покращити наочність представлення телеметричних даних та підвищити ефективність моніторингу складних технічних об’єктів.

Список використаних джерел

1. Bahga A., Madisetti V. (2015). Internet of Things: A Hands-On Approach. Atlanta : VPT, 446 p.
2. Tao F., Qi. Q. (2019). Digital Twin Driven Smart Manufacturing. Cambridge : Elsevier, 356 p.
3. Linowes J. (2018). Unity Virtual Reality Projects. Birmingham : Packt Publishing, 370 p.

Іван Явецький
Науковий керівник – проф. Дейбук В.Г.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ

Сучасний розвиток систем відеоспостереження та автоматизованого моніторингу потребує створення алгоритмів, здатних розпізнавати об’єкти у реальному часі без значних затримок відеопотоку. Основним викликом при використанні сучасних нейронних мереж, таких як YOLOv8, на центральних процесорах (CPU) є їх висока обчислювальна складність, що призводить до суттєвого падіння частоти кадрів (FPS)[1].

У даній роботі розроблено гібридну комп’ютерну систему, яка поєднує класичні алгоритми комп’ютерного зору з нейромережевими моделями для забезпечення високої продуктивності розпізнавання об’єктів.

Процес функціонування системи складається з таких етапів:

1. Захоплення відеопотоку. Зчитування кадрів у форматі RGB з однієї або декількох відеокамер одночасно за допомогою бібліотеки OpenCV.
2. Попередній аналіз руху. Використання алгоритму фонового віднімання MOG2 для швидкого виявлення динамічних зон інтересу (ROI). Це дозволяє уникнути обробки статичних ділянок кадру.
3. Оптимізація зон детектування. Застосування розробленої функції об’єднання прямокутників для формування цілісних об’єктів із розрізнених контурів руху та фільтрація дрібних шумів.
4. Асинхронна нейромережева верифікація. Передача виділених зон ROI до нейронної мережі YOLOv8 в окремому потоці виконання. Такий підхід дозволяє основному циклу програми працювати ефективніше, не очікуючи на завершення ресурсоємного процесу детекції.
5. Класифікація об’єктів. Визначення типу об’єкта (людина, автомобіль тощо) та ймовірності його детектування на основі аналізу вихідного тензора моделі.

6. Візуалізація результатів. Накладання обмежувальних рамок та текстових міток на відеопотік у режимі реального часу з відображенням статусу обробки.

Розроблена система демонструє стабільну роботу на CPU, підтримуючи високу плавність відео при збереженні точності розпізнавання, властивої моделям YOLO.

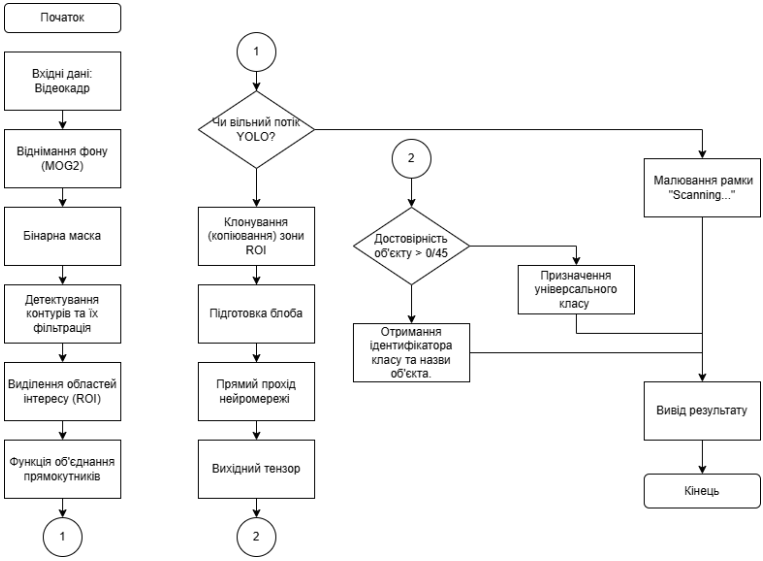


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розпізнавання об'єктів

Список використаних джерел

1. How to Detect Objects in Images Using the YOLOv8 Neural Network. URL: https://www.freecodecamp.org/news/how-to-etect-jects-in-images-using-yolov8.

ЗМІСТ

Адамович Олександр
Вибір технологічних рішень для розробки серії обкладинок
для книжкової колекції (єдина айдентика, різні жанри) 3

Андріоає Діана, Мироник Михайло
Дитячий пазл-сортер із розробкою технології виготовлення 5

Ілля Андрусик
Використання цифрових технологій в освіті:
Google Classroom, Google Drive та платформа Wayground 7

Катерина Атаманюк
Багатоаспектний nlp-конвеєр для експрес-оцінки
інформаційної надійності тексту 9

Андрій Бабіч
Термоелектричний прилад для інтраопераційного керування
температурою ока 11

Світлана Бакун
Інтегрована система ERP та CRM
для управління онлайн-школою програмування 13

Григорій Барліт
Сучасні тренди в мультимедіа 15

Анастасія Басіста
Аналіз сучасних ілюстрацій, сервісів і технологій,
відтворення у дитячому виданні «Веселі віршики» 17

Борис Батраков
Адаптивний біометричний сенсор
для моніторингу серцевої активності 19

Станіслав Безручак
Інтелектуальна система керування електроживленням на основі IoT 21

Анастасія Белей
Віртуальна лабораторна робота для студентських досліджень 23

Надія Білак
Роль художньо-технічного проєктування
у створенні сучасного тревел-видання «TRAVEL» 25

Станіслав Білак
Алгоритмічно-метрологічне забезпечення флуориметричного
спектрального контролю поверхні біологічних тканин 27

Тетяна Благун
Розвиток креативності та самостійності учнів
засобами програми Pattern Maker 29

Андрій Богдан
Автоматизація безконтактного контролю шорсткості поверхонь
на основі інтерферометра Майкельсона 31

Сергій Богдан
Діагностика нанорозмірних неоднорідностей 3D-рельєфу
шорстких поверхонь методом реєстрації флуоресценції 33

Дар'я Бондарева
Гібридна рекомендаційна система для соціальної мережі KINDRED 35

Віталій Бондаренко
EstateMind: вебплатформа для прогнозування вартості житлової
нерухомості з використанням алгоритму CatBoost 37

Олена Бондаренко
Розробка спеціалізованого текстового редактора
для письменників з інтеграцією системи контролю версій
та графовою структурою файлів 39

Дмитро Бринзила
Дослідження задачі теплообміну в тонкостінній циліндричній
трубці для керування термоелектричним потоком 41

Денис Буторін
Впровадження інтелектуального асистента на основі ШІ
для персоналізації вибору в системах електронної комерції 43

Олександр Ванзуряк
Текстовий редактор з інтерактивною інтерпретацією
програмних кодів 45

Руслана Варибок
Оптимізація властивостей гетероструктур на основі
кристалів In4Se3 та InSe дією лазера 47

Костянтин Васильков, Анастасія Божик
Вплив невизначеності поляриметричних вимірювань
на достовірність визначення оптичних параметрів і класифікацію
біологічних тканин 49

Віталій Вахітов, Анастасія-Електра Лішман
Порівняльна характеристика баз даних вразливостей
інформаційної безпеки 51

Олексій Вержак
Енергетичний спектр електрона у «відкритій» напівпровідниковій циліндричній квантовій точці 53

Євгеній Верхових
Розробка пакувальної продукції у сфері громадського харчування 55

Павло Гаврилюк
Застосування термоперетворювачів метрологічного призначення для військової техніки 57

Сергій Гаврилюк
Комп'ютерне моделювання методу вертикального зонного плавлення для виготовлення злитків термоелектричних матеріалів на основі телуриду вісмуту з квадратним поперечним перерізом 59

Євгеній Герман, Борис Писарюк
Енергоефективна система реверсивного світлофорного регулювання 61

Денис Гідора, Богдан Рябой
Частотно модульований сигнал та його отримання 63

Денис Голінатий
Термомагнітний генераторний елемент 65

Степан Горинюк
Система топометричної локалізації дронів на основі Foundation Models та семантичного аналізу зображень 67

Дмитро Госик
Застосування нейронних мереж для аналізу 3D-орієнтації поодиноких молекул у конфокальній мікроскопії 69

Іван Греневич
Високонавантажена система обробки замовлень на основі мікросервісної архітектури 71

Максим Гречак
Підвищення точності вимірювальних каналів систем моніторингу сонячних електростанцій шляхом застосування цифрової фільтрації сигналів 73

Роман Григорчук
Аналіз тексту з фото чеків на вебсервісі 75

Юрій Гринчик
Енергетичний спектр бічних інтерфейсних фононів у напівпровідниковій наноструктурі квантова точка – квантове кільце 77

Мирослав Гринь
Система моніторингу та охорони навчальних приміщень на основі IoT 79

Андрій Грумеза
Архітектура та технології мереж 6G 81

Ольга Грущак, Павло Чубрей
Візитка барбешону «Blade» з розробкою конструкції, технології виготовлення та Landing Page 83

Станіслав Губченко, Микола Харенюк
Вибір технологічних рішень для створення сайту-портфоліо видавництва 85

Таїсія Гулько
Побудова векторів ознак зображень засобами згорткових нейронних мереж 87

Євген Гурський
Проєктна діяльність учнів на уроках технології з використанням онлайн-сервісів для створення власних мультимедійних продуктів 89

Діана Гуцуляк
Проєктування та розробка серверної архітектури вебплатформи «AutoRent» 91

Андрій Данчило, Микола Дячук
Система розпізнавання зайнятості паркомісць у реальному часі 93

Віталій Дарійчук, Андрій Клюсовський
Інтелектуальна система адаптивного керування рівнем рідини у резервуарах з хмарною обробкою даних та прогнозуванням 95

Ростислав Дарнапук
Вплив BESS систем на функціонування енергетичних мереж 97

Володимир Дашкевич
Принцип функціонування систем інтернету речей і сфери її застосування 99

Андрій Денисюк
Гуманітарне розмінування з використанням штучного інтелекту 101

Кирило Дерев'янчук, Юрій Балацко
Розробки з робототехніки для підготовки здобувачів вищої освіти за ОПП «Машинобудування» 103

Тетяна Деревянко
Можливості зниження питомої вартості термоелектричних модулів 105

Василина Дзюрик
Теоретичні моделі діаграм стану Bi–Sb–Se–Te 107

Артем Диминяца
Інтелектуальний вебзастосунок
для автоматизованого аналізу резюме 109

Владислав Дідик
Вебсистема для управління закладами обслуговування
з авторизацією за допомогою комп'ютерного зору 111

Любов Добровольська
Телефонний (дротовий) зв'язок: історія та розвиток 113

Кирило Довгаль
Розробка віртуального асистента з голосовим керуванням
на основі штучного інтелекту 115

Дар'я Домнікова
Платформа портфоліо для митців із системою таргетованих
рекомендацій на основі алгоритмів контентної фільтрації 117

Андрій Дубінський
Автоматизований контролер сонячної теплової системи 119

Тетяна Дудник
Розробка та створення банеру і візитки для турагенції 121

Юрій Дячук
Теоретичні моделі хімічного зв'язку в термоелектричних
матеріалах на основі Bi–Cd–Te 123

Анастасія Жданюк
Розробка вебзастосунку для моніторингу
емоційного стану «BalanceMe» 125

Діана Заболотна
Формування креативного мислення учнів на уроках технологій 127

Богдан Завада
Проєктування та розробка CRM-системи для автоматизації обліку
пацієнтів і записів на прийом у приватній клініці 129

Олександр Заєць
Виготовлення блока комутації для засобів вимірювання
ємності електричних кабелів зв'язку 131

Степан Зазуляк
Визначення характеристик одношарового газового
електронного помножувача 133

Олександр Заплітний
Поліноміальна апроксимація та крос-платформна верифікація
характеристик прецизійних термосенсорів 135

Василь Затолочний
Аналіз характеристик гауссового пучка
для діагностики світлорозсіювального середовища 137

Євген Захаров, Теодор Мігальчан
Аналіз кіберзагроз для систем IoT у сфері охорони здоров'я 139

Валерія Земляк
Розробка пакувальної продукції для дитячого одягу 141

Андрій Зінич
Оцінювання кібербезпекових ризиків інверторів
і систем моніторингу сонячних електростанцій 143

Владислав Золотарьов
Квантова криптографія на основі методу заплутаних станів 145

Денис Іванович
Вебсистема автоматизованого обліку матеріальних ресурсів
університету на основі QR-кодової ідентифікації 147

Андрій Іліка
Використання кейс-методу при вивченні матеріалознавства
як засіб розвитку критичного мислення здобувачів освіти 149

Тетяна Іпатій
Дослідження клітинно-автоматних механізмів самозборки
пазлів типу «Гра в 15» 151

Андрій Іщенко
Розробка гоночного застосунку з використанням
машинного навчання для керування автомобілем 153

Кадельник Костянтин
Портативний термоелектричний генератор 155

Ілля Калинюк
Аналіз метрологічних характеристик схеми вимірювання
електричної ємності кабелів зв'язку 157

Максим Калинюк
Особливості розробки і використання тестових завдань
на заняттях з інформатики у закладах професійної освіти 159

Олександр Каліта
Розробка автоматизованої системи обробки
та архівування файлів File Archiver 161

Юсеф Канут
Термоелектричні медичні прилади для кріодеструкції 163

Альона Канцерик
Інтелектуальна SaaS-платформа взаємодії суб'єктів
страхового ринку з модулем аналізу та прогнозування ризиків 165

Дмитро Карвацький
STEM освіта на уроках технологій 167

Ангеліна Кареліна
Розробка інтерактивного мультимедійного журналу 169

Андрій Катеринюк
Моделювання сегментних термоелектричних
матеріалів для генераторів у космічних застосуваннях 171

Віталій Кісіль
Кібербезпека екосистеми Apple HomeKit:
виклики та перспективи захисту розумного дому 173

Марк Кметь
Автоматизація освітніх процесів у Microsoft Teams
за допомогою ШІ-агента 175

Станіслав Ковч
Розробка інтегрованого навчального середовища для формування
практичних навичок кіберзахисту на базі кіберполігону 177

Віталій Кожелянко
Вплив геометричних параметрів та електричного поля
на анізотропні оптичні властивості еліптичних
квантових дротів та нанотрубок 179

Владислав Кожухар
Автоматичний контроль температури акумуляторів
у системах сонячного енергоживлення 181

Ліна Кондієвська
Проєктна діяльність учнів як засіб формування
національної свідомості на уроках технології 183

Наталія Кондрюк
Проєктна діяльність учнів у процесі створення
декоративних виробів у техніці «ниткографія» 185

Анна Кононенко
Створення суперобкладинки для книжкового видання
із використанням ламінації плівкою Soft Touch 187

Олексій Конончук
Анімаційне тривимірне моделювання 189

Костинян Міхаела
Властивості спектрів квазічастинок у плоскій
резонансно-тунельній наноструктурі $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ 191

Дмитро Кочурка
Програмно-апаратний комплекс для спектрального аналізу
та візуалізації аудіосигналів у реальному часі 193

Назарій Кримчук, Олексій Грижак
Оцінювання точності інформаційно-вимірювальної
біомедичної системи з реєстрацією зображень 195

Гліб Крутов
Система розпізнавання жестів української мови
в реальному часі на базі архітектури Transformer 197

Надія Кулик, Дмитро Кулик
Оптимізація дизайн-процесу рекламних кампаній засобами
штучного інтелекту в умовах обмежених продакшн-ресурсів 199

Андрій Курлянчик
Програмний застосунок для автоматизованого андервольтингу
та оптимізації роботи центральних процесорів 201

Анатолій Кушнір
Комп'ютерне моделювання монохроматного мікрооб'єктива 203

Дмитро Лакуста
Сенсорна мережа для моніторингу мікроклімату в приміщеннях 205

Артем Лединський
Інтеграція платіжної системи LiqPay в туристичний вебзастосунок 207

Юрій Ленчук
Розробка вебдодатка типу інтернет-магазину
на основі Next.js, Express.js та Mongodb 209

Ліана Лисак
Методологічні засади формування айдентики бренду
та їх застосування при розробці брендбуку 211

Тимур Лях
Інтелектуальна інформаційна система для багатосенсорного
моніторингу мікроклімату з підтримкою IoT 213

Катерина Магда
Узагальнення алгоритму Мінті на кілька джерел і стоків 215

Богдан Маковій
Про практичні застосування ґрунтових
термоелектричних генераторів 217

Роман Макогон
Розробка інтелектуальної вебплатформи для персоналізованого фітнес-трекінгу та моніторингу харчування 219

Ангеліна Максимчук
Техніка «Кінусайга» на уроках технологій як засіб розвитку творчих здібностей учнів 221

Ірина Марищак
Проєктування та розробка клієнтської частини вебплатформи «AutoRent» 223

Валерія Маркелова
Аспектно-орієнтований аналіз тональності текстових відгуків 225

Денис Меленко
Формалізація та розширення моделі скінченного автомата життєвого циклу ігрової сесії в реальному часі 227

Ірина Мелещук
Програмне середовище для дослідження методів складання пазлів типу «Угорські Кільця» 229

Максим Меліntій
Інтегрована система управління рестораном із візуалізацією залу та розподілом ресурсів 231

Михайло Мельник
Використання модулів LoRa в системах дистанційного керування 233

Анатолій Мельничук
Вплив електричного поля на переріз фотоіонізації воднеподібної домішки в лінзоподібній квантовій точці 235

Крістіна Мендришора
Система дистанційного контролю безпеки вразливих категорій населення на основі алгоритмів просторового трекінгу 237

Борис Метельський
Використання методів штучного інтелекту та машинного навчання для проєктування термоелектричних рекуператорів тепла 239

Василь Микитюк
Педагогічні умови інтеграції духовно-моральних цінностей у проєктну діяльність учнів на уроках технологій 241

Марія Мінченко
Розробка вебпортфоліо з використанням колонкової та Masonry сіток у структурі фотогалереї 243

Анатолій Можарівський
Розвиток творчості і технічного мислення учнів
у роботі гуртка судномоделювання 245

Анастасія Москалюк
Дослідження використання AI API для реалізації
інтелектуального консультанта в e-commerce платформі 247

Михайло Мошук
Моделювання завадостійкості передачі даних у бездротових
інформаційних мережах із використанням QPSK-модуляції 249

Максим Мудрак
Інтерактивна адаптивна персоналізована ігрова шахова платформа 251

Дмитро Наконечний
Багаторівнева система автентифікації та KYC-верифікації
користувачів із використанням хмарних сервісів
і технологій комп'ютерного зору 253

Владислав Николайчук
Дослідження та розробка ансамблевого підходу
з «арбітром» для LLM 255

Анастасія Новінська
Методи та програмні засоби інтелектуальної автоматизації
планування завдань на основі AI-агентів 257

Іван Обрадович
Адаптивна платформа машинного навчання для персональних
рекомендацій з універсальним відображенням ознак
для багатодоменних застосувань 259

Ірина Олексюк
Неоднорідний термоелемент охолодження 261

Єлизавета Оринчук
Модифіковані клітинні автомати як основа стійких
генераторів псевдовипадкових послідовностей 263

Артем Павшак
Розробка інтелектуальної мультиагентної системи
для персоналізованого фінансового планування
на основі RAG-архітектури 265

Андрій Паскар
Індивідуальний підхід до учнів: диференціація завдань
на уроках технологій 267

Анастасія Пересунько
Моделювання та аналіз кривих X-хвильової дифракції
від деформованих шарів монокристалів 269

Єлена Перчик
Дослідження кондуктивних і променевих завад
у телекомунікаційних мережах 271

Олександр Побігун
Теоретичні моделі хімічного зв'язку в термоелектричних
матеріалах на основі Cd–Zn–Sb 273

Надія Погурська
Розробка дизайну та технологія виготовлення дитячих
навчальних карток 275

Олександр Продан
Мікропроцесорний модуль управління та обробки інформації на
основі Raspberry Pi3B+ для спектрофотометра СФ-26 277

Андрій Рабінчак
Новітні підходи до захисту інформації у VPN: оцінка ефективності
та криптографічної стійкості протоколу WireGuard 279

Олександр Ратушенко, Богдан Гуцуляк
Інтелектуальна система виявлення та автоматизованого
реагування на мережеві інциденти на базі RouterOS 281

Микола Ратушняк
Програмна реалізація асиметричного шифру
на основі клітинних автоматів 283

Богдана Редько
Розробка інтерактивного віртуального туру приміщеннями 285

Андрій Рихло
Моделювання релеєвського згасання сигналу в Python 287

Іван Робуляк
Особливості створення освітнього журналу
з використанням AR-технологій 289

Тарас Рокочий
Застосунок для аналізу фізичної активності
на основі даних тренувань 291

Сергій Романюк
Композитні матеріали як основа енергоефективних
та захищених корпусів радіотехнічних пристроїв 293

Катерина Ротар
Модульна рекомендаційна система для fashion-додатка Smartwardrobe 295

Олена Ротар
Особливості створення сайту на базі CMS WordPress
з художніми елементами ренесансу та бароко 297

Олександр Рошка
Розробка вебзастосунку для продажу рішень
з ai-автоматизації та управління робочими процесами 299

Мартина Рубанець
Розробка вебсайту для реалізації брендового одягу
з аукціонною системою та рольовою моделлю доступу 301

Чіпріан Руснак
Розробка модульної системи поведінкового AI для NPC у ігровому
середовищі з підтримкою пам'яті подій та соціальної взаємодії 303

Назар Саранчук
Порівняльна характеристика економічної ефективності
використання накопичувачів електричної енергії на базі AGM
та LFP(LiFePo4) акумуляторів для буферної комутації 305

Олександр Саченко, Алеся Балюк
Активний аудит як інструмент забезпечення відповідності
інформаційно-комунікаційних систем базовому профілю безпеки 307

Аміна Сидорець
Аспектно-орієнтований аналіз тональності текстових відгуків 309

Олександр Синогач
Модернізація спектрального вимірювального комплексу КСВУ-6 311

Владислава Скидан
Метод побудови оптимізованих лінійних кластерів у просторі ознак 313

Віталій Скуратовський
Методи мінімізації галюцинацій великих мовних моделей
за допомогою ієрархічного векторно-графового підходу
Retrieval-Augumented Generation (RAG) 315

Ілля Сосідко, Ігор Яцурак
Вплив процедурної генерації на користувацький досвід
в інтерактивному медіаконтенті 317

Софія Ставчанська, Надія Ткачук
Вразливості парольної автентифікації
та комплексний захист облікових записів 319

Юрій Столярчук
Імітаційне моделювання затримок
у пакетних мережах передачі даних 321

Андрій Танащук
Перспективи застосування еванесцентних світлових полів
для керування нанооб'єктами у біологічних середовищах 323

Роман Тащук
Використання поодиноких фотонів у квантовій криптографії 325

Іван Тимофій, Ігор Зубенко
Цифрові медіа та мобільні сервіси в сучасному світі 327

Любомир Тимофійчук
Аналіз систем обмеження фізичного доступу
з використанням технології RFID 329

Валерій Тимчук
Інформаційно-керуюча система контролю мікроклімату
виробничого середовища 331

Василь Ткач
Принцип роботи та історія становлення систем стільникового зв'язку 333

Максим Ткач
Автоматичне виявлення текстів, згенерованих мовними моделями,
українською мовою 335

Сергій Томко
Сегментні термоелектричні генератори 337

Максим Федоруца
Функціонально-градієнтні термоелектричні матеріали (ФГТМ)
для термоелектричних генераторів 339

Денис Хомік
Підвищення енергоефективності IoT-мереж
за допомогою інтелектуальної маршрутизації 341

Анастасія Хортюк
Термоелементи з розвиненим бічним теплообміном 343

Олександра Христафулова
Гібридна REST/WebSocket архітектура синхронізації стану
в реальному часі для платформи ігрового хакатону 345

Владислав Цахнів, Артур Капелницький
Спосіб блокового шифрування зображень
із застосуванням трьох хаотичних систем 347

Анна Червінська
Система оптимізації раціону з урахуванням
вартості продуктів із використанням технологій ШІ 349

Максим Чобан
Апаратна реалізація алгоритму Ель-Гамаля
на платформі Raspberry Pi 4 351

Катерина Чорней
Архітектура мікросервісної платформи
для проведення ігрових хакатонів 353

Микита Чорний
Хмарна IoT-система автоматизованого поливу рослин
на базі мікроконтролера ESP32 та платформи BLYNK 355

Ігор Чуріков
Застосування методів активного машинного навчання
у прогнозуванні формування звичок 357

Олександра Шаповалюк
CRM-платформа для керування та аналітики замовлень ресторану 359

Владислав Шевчук
Розробка інтелектуальної системи автоматизації та оркестрації
хмарних мережевих функцій у телекомунікаційних мережах 361

Валерія Шереметьєва, Анастасія Костреба
Створення поліграфічного продукту у жанрі фентезі
для старшої аудиторії: актуальність та особливості проєктування 363

Максим Шешуряк
Адаптивна система керування системою тепло-водопостачання
з урахуванням невизначеностей вимірювань і зовнішніх умов 365

Георгій Шлюсар, Борислав Павлишин
Експериментальне дослідження впливу параметрів друку
на відтворення фотоілюстрацій у виданнях 367

Денис Штефлюк
Нормалізовані спектральні індекси в поляриметричному методі
оцінювання структурних змін сітківки ока 369

Микола Шумейко
Система дистанційного моніторингу та керування
енергоспоживанням IoT-пристроїв у гетерогенних мережах 371

Данило Щербан
Програмний застосунок для моделювання обміну даними
між мікропроцесорними пристроями 373

Ярослав Юрійчук
Інтеграція технологій IoT та VR у системах контролю
і моніторингу промислових об’єктів 375

Іван Явецький
Комп'ютерна система розпізнавання об'єктів у відеопотоці 377

Наукове видання

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

студентської наукової конференції Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

11-14 травня 2026 року

Підписано до друку 12.06.2026. Формат 60x84/16.
Електронне видання.
Умов.-друк. арк. 22,7. Обл.-вид. арк. 23,2. Зам. З-018.
Видавництво Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича.
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.
e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 891 від 08.04.2002.