НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ І АСПІРАНТІВ

29 квітня 2026 року

Київ 2026

УДК 004

Відповідальна за випуск: Д.В. Шевченко

Збірник наукових праць за матеріалами VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ '2026», 29 квітня 2026 року, НУБіП України, Київ. – 364 с. (електронне видання)

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

Передрук матеріалів, а також використання їх будь-якій формі допускається лише з дозволу авторів

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2026

ЗМІСТ

Секція 1. Теоретичні аспекти в галузі інформаційних технологій **15**

СИСТЕМА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОНФІГУРАЦІЙНИМИ ПАРАМЕТРАМИ В МІКРОСЕРВІСАХ

Плетюк Р. М., науковий керівник Вайганг Г. О. 15

ВИКОРИСТАННЯ LLM ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Кондус О. С. 17

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ КЛІЄНТСЬКОЇ ПОВЕДІНКИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ

Щербань С.О., науковий керівник Бородкіна І.Л. 19

HOW DO MACHINES PICK UP LANGUAGE? WHERE LANGUAGE AND MATHEMATICS COLLIDE

Hutsalenko Sofiia, Supervisor Renska Indira 21

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КЕРІВНИЦТВОМ МЕРЕЖІ РАЙОННИХ ПОЛІКЛІНІК

Стахнюк Т.П., науковий керівник Голуб Б.Л. 23

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ У ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕЦЕНЗУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОДУ

Бочарова А.О., науковий керівник Супрун О.М 25

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ТА ПЕРЕДБАЧУВАНОСТІ ПОВЕДІНКИ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Гордій Я. В. 27

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В «РОЗУМНОМУ» БУДИНКУ

Ніколаєнко М.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В. 29

СИСТЕМА АНАЛІЗУ НАЯВНОСТІ ШКІДНИКІВ ТА ХВОРОБ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ КАРАНТИННИХ ЗОН

Скоробогата Л.В., науковий керівник Панкратьєв В.О. 31

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ГРАВЦІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІГРОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Кузьменко Я.О., науковий керівник Ніколаєнко Д.В., к.е.н., ст.викладач 33

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗАХИСТУ ДАНИХ КОМПАНІЇ

Мельниченко В.В., науковий керівник, доцент. к.т.н. Вайганг Г.О. 35

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СФЕРІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ ІТ-КОМПАНІЙ

Полянський Б.В., науковий керівник Голуб Б.Л. 37

МЕТОДИ ПОДОЛАННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ТОЧНОСТІ ТА КРОС-МОДАЛЬНОГО ВИРІВНЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ

Канашков О.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В., к.е.н. 40

ЕКСПЕРТНА МІКРОСЕРВІСНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Коноваленко Б. А., науковий керівник Вайганг Г. О. 42

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ
Біба Д.С., науковий керівник Вайганг Г. О. 44
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРУ ПАРАМЕТРІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ 3D-ДРУКУ
Горбач М.О., науковий керівник Вайганг Г.О. 46
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ТОВАРІВ В ОНЛАЙН-МАГАЗИНАХ
Ломако Я.М., науковий керівник Кириченко В.В. 48
АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ПАЦІЄНТІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ЗАПИСАМИ
Музиченко А.А., науковий керівник Панкратьєв В.О. 50
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КУПІВЛІ-ПРОДАЖУ КРИПТОВАЛЮТИ
Литвин В.С., науковий керівник Панкратьєв В.О. 52
ПІДГОТОВКА ДАНИХ ТА ВІДБІР ОЗНАК ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ МЕТОДАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
Олійник В.О. 54
СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПРОДАЖІВ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА КІНОСЕАНСИ
Беттяр Н.Д., науковий керівник Голуб Б.Л. 56
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ВІРУСУ
Ануа О. В., науковий керівник Лахно В. А. 58
ФОРМУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ВЕКТОРІВ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДЛЯ ПОВТОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ З ДИНАМІЧНОЮ КАМЕРОЮ
Віннічук Д.О., аспірант кафедри комп`ютерних наук НУБіП України 60
ГІБРИДНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ АГРАРНИХ РІШЕНЬ З ЕКОНОМІКО-РИЗИКОВОЮ ОПТИМІЗАЦІЄЮ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ
Качмарський О.І., науковий керівник Голуб Б.Л. 62
РОЗРОБКА AGENTIC-АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ КЕРОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ПРЕЗЕНТАЦІЙ
Недьошев М.В., науковий керівник Кириченко В.В. 64
АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ПОСТАЧАННЯМ ГУМАНІТАРНИХ ВАНТАЖІВ
Ведмеденко Д.Д., науковий керівник Бородкін Г.О. 66
АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРАПЛЯННЯ ХВОРИХ ДО ГРУПИ РИЗИКУ
Глушко О.О., науковий керівник Бородкін Г.О. 68
АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
Ольшанський Д.В., науковий керівник Бородкін Г.О. 70
СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПОЛЬОВИХ СЕНСОРІВ В УМОВАХ

ЗАВАД
Шикита В.В., науковий керівник Бородкін Г.О. 72
ЛАТЕНТНО-ҐРАТКОВЕ АНСАМБЛЕВЕ КЛАСТЕРИЗУВАННЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
Науринський Ю.В., науковий керівник Вайганг Г.О. 74
КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОТУАРІВ КИЄВА ЗА ФОТОГРАФІЯМИ STREET VIEW ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ
Козурак Д. О. 76
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БРОНЮВАННЯМ СТОЛИКІВ У РЕСТОРАНІ З АНАЛІТИКОЮ НАВАНТАЖЕННЯ
Дробязко М.В., науковий керівник Золотуха Р.А. 78
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОЛЕКЦІОНУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ВІДЕОІГОР ЗА РЕЙТИНГАМИ КОРИСТУВАЧІВ
Сапега С.О., науковий керівник Панкратьєв В.О. 80
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КАЛОРІЙ ТА ХАРЧУВАННЯ
Бобко М.М., науковий керівник Міловідов Ю.О. 82
АРХІТЕКТУРА FEDRAG ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДПОВІДЕЙ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ З ГЕТЕРОГЕННИМИ ДАНИМИ
Корнілов І. С., науковий керівник Вайганг Г. О. 84
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ НАДАННЯ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ З ПОВТОРНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ СТУДЕНТАМИ СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ УНІВЕРСИТЕТУ
Кириченко В.С., науковий керівник Кузьмінська О.Г. 86
КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ ОСВІТНЬОЇ АНАЛІТИКИ
Ліпатов Р. М., аспірант кафедри інформаційних систем і технологій 88
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ВІДЕОІГОР З РЕЙТИНГАМИ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФІШИНГОВИХ АТАК
Нестеров Д.Ю., науковий керівник Василюк Зайцева С.В. 90
АРХІТЕКТУРА ПРОТОТИПУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИМАЛЬНОГО ПІДБОРУ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ДИЗАЙНУ
Іманов А.М., науковий керівник Ткаченко О.М. 92
ДВОКОМПОНЕНТНА АРХІТЕКТУРА ДЛЯ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
Коваль О. О., науковий керівник: Болбот І. М. 94
Секція 2. Технології розробки програмного забезпечення та інформаційних управляючих систем **97**
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ШАХТИ
Ганюк Н.О., науковий керівник Кириченко В.В. 97
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕБУДОВИ ТОПОЛОГІЧНОЇ СІТКИ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ
Троян О.В., науковий керівник Панкратьєв В.О. 99

ВЕБОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ТА ВІДТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ
Артюхов М.Ю., науковий керівник Баранова Т.А. 101
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОРТФОЛІО ФАХІВЦЯ
Кузьменко Д.О., науковий керівник Недьошев М.В. 103
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ЗАПАСАМИ ТА ТЕРМІНОМ ПРИДАТНОСТІ АПТЕЧОК ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ
Волков Н.О., науковий керівник Василюк-Зайцева С.В. 105
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ШКОЛИ МИСТЕЦТВ ART FLOW 107
Осьмушко У.Ю., науковий керівник Василюк-Зайцева С.В. 107
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕЙМІФІКОВАНОГО МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ФОКУС-СЕСІЙ
Стрішенець А. О., науковий керівник Голуб Б. Л. 109
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІКСЕЛЬНОЇ 2D RPG-ГРИ З ЕЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКТОРА
Малинка Т.О., науковий керівник Голуб Б.Л. 111
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ З ДОКУМЕНТООБІГУ В ДЕКАНАТІ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
Микитин Ю., науковий керівник Шевченко Д. В., консультант Голуб Б. Л. 113
ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗВАЖАЛЬНОГО КОНТЕНТУ НА БАЗІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ
Сафончик Д.О., науковий керівник Понзель Я.Ю. 115
ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТУ З ЕКРАНУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ
Закомірний М.С., науковий керівник Голуб Б.Л. 117
АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОЇ ПІДСИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО СПОВІЩЕННЯ ТА НАВІГАЦІЇ ДО ОБ'ЄКТІВ УКРИТТЯ В УМОВАХ УНІВЕРСИТЕТСЬКОГО КАМПУСУ
Глущенко В.Р., науковий керівник Понзель Я.Ю. 119
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ПОВСЯКДЕННИХ АКТИВНОСТЕЙ
Прокопенко П.Г., науковий керівник Вайганг Г.О. 121
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА
Боярінов В.І., науковий керівник Понзель Я.Ю. 123
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВІДВІДУВАЧІВ ДЛЯ SMART CAMPUS НА ОСНОВІ HOME ASSISTANT
Медяник Д.А., науковий керівник: Волошина Т.В. 125
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ УЗГОДЖЕНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ІНДЕКСУ З УРАХУВАННЯМ ОКРЕМИХ МЕТРИК
Романюк Є.А., науковий керівник Британ А.В. 127

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ ЛІКАРНІ
Денисенко В.А., науковий керівник Міловідов Ю.О. 129
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВЛАСНИКІВ ТВАРИН В НАДЗВИЧАЙНИХ УМОВАХ
Прилуцький А.В., науковий керівник Назаренко В.А. 131
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ВІДГУКІВ З ІНТЕРАКТИВНОЮ СИСТЕМОЮ РЕЙТИНГІВ ДЛЯ КІНОГЛЯДАЧІВ
Савош О.І., науковий керівник Науринський Ю.В. 133
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ
Спєлов С.С., науковий керівник Науринський Ю.В. 136
ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ
Казанецький В.О., науковий керівник Смолій В.М. 138
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДТРИМКИ СОЦІАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ГЕОЛОКАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ
Конєвєга З.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В. 140
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ
Косінова В.О., науковий керівник Міловідов Ю.О. 143
ПРОЄКТУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ВЕБПЛАТФОРМИ З ІНТЕГРОВАНИМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КОМУНІКАЦІЙНИМ ЯДРОМ
Кондратенко В. Д., науковий керівник: Кириченко В.В. 145
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ
Філоненко І. О., науковий керівник Міловідов Ю. О. 147
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ ЗУСТРІЧАМИ
Свириденко Т.А., науковий керівник Недьошев М.В. 149
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДСИСТЕМИ АНАЛІЗУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ "ДЕКАНАТ"
Ковалінський О.В., науковий керівник Шевченко Д.В., асистент консультант Голуб Б.Л. к.т.н., доцент. 151
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ТРАНЗАКЦІЙ І РОЗРАХУНКІВ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙНУ
Некрашевський М.А., науковий керівник Степанов О.В. 153
РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПОШУКУ МАРШРУТІВ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ «TRANSIT MIND»
Ковальчук І.Р., науковий керівник Кириченко В.В. 155
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ УЧНІВ
Долобашко Д. О., науковий керівник Бородкіна І. Л. 157
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ АПАРТАМЕНТІВ У ГОТЕЛІ

Проценко Д.В., науковий керівник Голуб Б.Л. 159
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТРЕЙДЕРА
Авдієвський М.О., науковий керівник Кириченко В.В. 161
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ СЕРВІС ГЕНЕРАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ
Ухін Т.А., науковий керівник: Недьошев М.В. 163
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РОБОЧОЇ АКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ
Ільченко Ю.О., науковий керівник: доц., д-р філософії Корольчук В.І. 165
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОДАЖУ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ
Шуляк А.О., науковий керівник Кириченко В.В 167
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОСОБИСТИМИ МЕДИЧНИМИ ЗАПИСАМИ
Рубан А.О., науковий керівник Бородкін Г.О. 169
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ОЦІНКИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ІНДЕКСУ РИЗИКУ ДЛЯ ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ
Шандра І.А., науковий керівник Британ А.В. 171
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН АУДІО- ТА ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ.
Саух М.А., науковий керівник Недьошев М.В. 173
СИСТЕМА ОБЛІКУ МЕШКАНЦІВ ГУРТОЖИТКУ
Карпова М. О., науковий керівник Панкратьєв В.О. 175
ФРОНТЕНД ЧАСТИНА СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВЗАЄМОДІЇ ВОЛОНТЕРІВ І ВІЙСЬКОВИХ
Бачинський О.А., науковий керівник Голуб Б.Л. 177
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДРІБНОЇ МОТОРИКИ РУК НА ОСНОВІ МУЗИЧНОГО РИТМУ
Волохін Б.О., науковий керівник Голуб Б.Л. 179
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ПРЕЗЕНТАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
Котельницький Д.О., науковий керівник Недьошев М.В. 181
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ
Вінтонюк Є. С., науковий керівник Корнілов І. С. 183
ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ
Якубенко Б.В., науковий керівник Сватко В.В. 185
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ТА АВАРІЙНОСТІ НА ДОРОГАХ МІСТ
Мельниченко Т.Р., науковий керівник Вайганг Г.О. 187
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ СПІЛКУВАННЯ ЗА АРХІТЕКТУРОЮ КЛІЄНТ-СЕРВЕР

Попатенко Ю.М., науковий керівник Недьошев М.В. 189
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ГУРТКІВ
Липницький Я.А., науковий керівник Мокрієв М.В. 191
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ЗАМОВЛЕНЬ ПОСЛУГ ТАКСІ
Вірянська Д. В., науковий керівник Міловідов Ю.О. 195
РОЗРОБКА СИСТЕМИ БРОНЮВАННЯ АВТОМОБІЛІВ У СЕРВІСІ ПРОКАТУ
Білоножко Віктор Станіславович, науковий керівник Золотуха Р. А., PhD, старший викладач 197
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ
Максимець О. В., науковий керівник Смолій В. М. 199
СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ
Очеретянко В.В., науковий керівник Віннічук Д.О. 201
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ КАРДІОСИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
Гордашевський В. В., науковий керівник Віннічук Д.О. 203
ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ У ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМАХ 205
Стеценко Б.О., Стеценко В.О., науковий керівник Глазунова О.Г., доктор педагогічних наук, професор 205
ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАМПУСУ ЗВО
Скрипник М.О., науковий керівник Понзель Я.Ю. 207
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОНЛАЙН-БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ НА ХУДОЖНІ ВИСТАВКИ УКРАЇНИ
Круглік М.І., науковий керівник Понзель Я.Ю. 211
МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІТИКИ КУРСІВ КРИПТОВАЛЮТ
Карюк Д.Ю, науковий керівник Назаренко В.А. 213
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ВЛАСНИКА РЕСТОРАНУ 215
Кищенко Б. А., науковий керівник Бородкіна І. Л. 215
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ПІДБОРУ КУЛІНАРНИХ РЕЦЕПТІВ І ПЛАНУВАННЯ ХАРЧУВАННЯ
Панасюк А. К., науковий керівник Ніколаєнко Д. В. 217
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ ТА РОЗРАХУНКУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ОПЕРАТОРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ
Буренков І.Д., науковий керівник: Кириченко Віктор Вікторович 219
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМНИХ КАМПАНІЙ В СОЦІАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ ТІКТОК
Безушко Т.О., науковий керівник Корольчук В.І. 221
ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ

ОБМІНУ КНИГ
Фастовець А. В., науковий керівник Понзель Я. Ю. 223
СИСТЕМА ОБЛІКУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ФУТБОЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА
Бурдина М.В., науковий керівник Степанов О.В. 225
ANDROID-ДОДАТОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ
Ступніцький А.О., науковий керівник Боровик В.І. 227
ВЕБ-ПОРТАЛ ВЕДЕННЯ ОСОБИСТОГО ФІНАНСОВОГО ОБЛІКУ
Железняков С.В., науковий керівник Корольчук В.І. 229
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОДАЖУ ПРИКРАС
Литовка А.С., науковий керівник Кириченко В. В. 231
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ МЕГАПОЛІСІВ
Кипіч А.С., науковий керівник Вайганг Г.О. 233
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ ВІРТУАЛЬНИМИ ПРЕДМЕТАМИ
Кумпан М.В., науковий керівник Боровик В.І. 235
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ФОТОДІАГНОСТИКИ РОСЛИН НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ
Лесь М.О., науковий керівник Золотуха Р.А., PhD, старший викладач 237
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОБУТОВИХ ВИТРАТ З АНАЛІЗОМ БЮДЖЕТУ
Гановський А.С., науковий керівник Баранова Тетяна Альфредівна. 239
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРХІТЕКТУР НЕЙРОМЕРЕЖ У КЕРУВАННІ АВТОНОМНИМИ АГЕНТАМИ
Тищенко М.В., науковий керівник Руденський Р.А. 241
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ОРЕНДИ АВТОМОБІЛІВ ФІЗИЧНИХ ОСІБ
Мулярчук С. С., науковий керівник: Баранова Т.А. 243
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕДАКТОРА ДВОМІРНОЇ ГРАФІКИ ТА АНІМАЦІЇ
Герасименко В., науковий керівник Недьошев М.В. 245
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБСЕРВІСУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ
Маслиган В.Р., науковий керівник Ніколаєнко Д.В. 247
ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ БІЗНЕСОМ
Шаговий Ю.В., науковий керівник Смолій В.М. 249
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ РЕКЛАМНОГО ПРОДУКТУ
Леонтович О. С., науковий керівник Корнілов І. С. 251
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ КІБЕРСПОРТИВНИХ ТУРНІРІВ

Чех С.О., науковий керівник Бородкіна І.Л. 253
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОХІМІЧНОГО ПАСПОРТА ПОЛІВ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
Самар Д.В., науковий керівник Бородкін Г.О. 255
РОЗРОБКА WEB-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ ТОРГОВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ
Єсіп В. І., науковий керівник: Смолій В. М., д.т.н., професор 257
ВЕБ-ДОДАТОК ДЛЯ ОБЛІКУ ХАРЧУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ КАЛОРІЙНОСТІ РАЦІОНУ CALORIETRACKER
Бойко В.С., науковий керівник Голуб Б.Л 259
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОМАШНІХ РОСЛИН
Пшеничний Н.В., науковий керівник Бородкін Г.О. 261
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З АНАЛІТИКОЮ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ
Євтодій О.П., науковий керівник Волошина Т.В. 263
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ БІЗНЕСОМ
Білоголовий Н.С., науковий керівник старший викладач Золотуха Р.А 265
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ВІДВІДУВАННЯ І ЗАНЯТЬ СТУДЕНТАМИ УНІВЕРСИТЕТУ
Шинкаренко П.О., науковий керівник Мокрієв М.В. 267
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ТЕПЛИЦІ
Пелехань Я.І., науковий керівник Бородкіна І.Л. 269
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ДО БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ КЛЮЧІВ
Сердюк В.С., науковий керівник Панкратьєв В.О. 271
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО ТРАФІКУ
Гладкий М.Є., науковий керівник Корнілов І.С. 273
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТЕЛЕМЕТРІЇ АВТО
Возний В.В., науковий керівник Бородкін Г.О. 275
АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК
Є.А. Бацюн, А.О. Дудник 277
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОРЕНДИ СПОРТИВНИХ СПОРУД
Литвиненко Д.С., науковий керівник Бородкін Г.О. 279
БЕЗПЕКА ПЕРЕДАЧІ ТЕЛЕМЕТРІЇ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ НА БАЗІ IOT-ТЕХНОЛОГІЙ
Дуб І.О., науковий керівник Матієвський В.В. 281
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОДАЖУ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ДРУКУ

Страшнюк А. О., науковий керівник Панкратьєв В. О. 283

Секція 3. Технології проєктування комп'ютерних систем і мереж, кібербезпека **285**

ОБ'ЄКТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ ІТ–КОМПАНІЙ

Полянський Б.В., науковий керівник Ніколаєнко Д.В. 285

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРНОГО ШАБЛОНУ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАСТОСУНКІВ У СЕРЕДОВИЩІ AWS

Копча О.С., науковий керівник д.т.н., проф. Коваленко О.Є. 287

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ СЛІДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ОСВІТНІХ СИСТЕМ

Лахно М.В., науковий керівник д.т.н., проф. Шкарупило В.В. 289

АНАЛІЗ ВРАЗЛИВОСТЕЙ КОМЕРЦІЙНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТОДАМИ ДЕКОМПІЛЯЦІЇ: ПЛАТФОРМОЗАЛЕЖНІ АСПЕКТИ ТА ПРАВОВІ МЕЖІ

Бажин О.В., науковий керівник Ткаченко О.М. 291

ОГЛЯД СИСТЕМ SMARTHOME НА РИНКУ УКРАЇНИ

Кравчук В.В., науковий керівник, доцент кафедри КСМтаКіб Волошин С.М. 293

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ СТУДЕНТІВ НА БАЗІ TELEGRAM-БОТА

Ляховчук В. В., науковий керівник Баранова Т. А. 295

ЗАХИСТ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ ІТ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОТОКОЛІВ КАНАЛЬНОГО РІВНЯ ТА АРХІТЕКТУРИ НУЛЬОВОЇ ДОВІРИ

Бобир Д.Г., науковий керівник Матієвський В.В. 297

ОПТИМІЗАЦІЯ WI-FI МЕРЕЖІ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ

Даниленко Д.В., науковий керівник к.т.н, доцент Волошин С.М 299

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІБЕРЗАГРОЗ НА ОБ'ЄКТИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Хоменко Т.Т., науковий керівник Лахно В.А. 301

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ АВТОНОМНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Мельников Д. О., науковий керівник Назаренко В. А. 303

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОБОТОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Міцай Р.О., науковий керівник Волошин С.М. 305

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З МОБІЛЬНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ

Шадура А.І., науковий керівник Волошин С.М. 307

ФАЄРВОЛИ, VPN ТА ШИФРУВАННЯ ЯК ОСНОВА КІБЕРБЕЗПЕКИ

Кодинець Б.В., науковий керівник Семенюта І.Л. 309

АРХІТЕКТУРНІ МОДЕЛІ ТА КОНТИНУУМ IOT-EDGE-CLOUD ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
Лагунов Д. С., науковий керівник Коваленко О. Є. 311
РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА LiDAR-КАРТОГРАФУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ WAVE ROVER
Остроушко Б.П., науковий керівник Волошин С.М. 313
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕЧНИМ VPN-ДОСТУПОМ ДО КОРПОРАТИВНИХ РЕСУРСІВ
Михайловський А.С., Місюра М.Д. 315
РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ FPV-ДРОНОМ
Ярославцев О.О., Місюра М.Д. 317
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СИНТЕЗУ ПРОГРАМНОГО КОДУ НА ОСНОВІ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
Цехановський К. К., науковий керівник Нікітенко Є. В. 319
Секція 4. Цифрові технології та математичні методи в економіці **321**
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА МЕРЕЖЕВА ГОТОВНІСТЬ ЯК ДЕТЕРМІНАНТ ЕКОНОМІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ: АНАЛІЗ ПОЗИЦІЇ УКРАЇНИ В ГЛОБАЛЬНОМУ КОНТЕКСТІ
Костенко С.О., здобувач PhD з економіки, викладач ВСП ІФК НУБіП України
Кондрашова М.Д., студентка 4 курсу освітньої програми «Цифрова економіка», Національний університет біоресурсів і природокористування України 321
РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ РЕГІОНАЛЬНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПОПИТУ НА ВИЩУ ОСВІТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ
Терещенко Ю.О., студентка 4 курсу освітньої програми «Економічна кібернетика»,
Костенко І.С., PhD з економіки, доцент кафедри економічної кібернетики 325
АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ДЕФІЦИТУ НА РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ
Артеменко А.М., науковий керівник Коваль Т.В. 328
ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ
Ганяк О.В., науковий керівник Коваль Т.В. 330
ВИКОРИСТАННЯ POWER BI ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ (KPI) У СФЕРІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ
Картава М.В., науковий керівник Костенко І.С. 332
ЗАСТОСУВАННЯ MS EXCEL ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА
Шкарбан С.В., науковий керівник: Коваль Т.В. 335
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА MACHINE LEARNING У МОДЕЛЮВАННІ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ
Вознюк А.А., науковий керівник Коваль Т.В. 337
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ
Нгуен Є.Т., науковий керівник Кравченко В.М. 339
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ «ОСТАННЬОЇ

МИЛІ»: ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТ І ШВИДКОСТІ ДРОНОВОЇ ТА КЛАСИЧНОЇ КУР'ЄРСЬКОЇ ДОСТАВКИ
Теслюк Б. В., науковий керінник Коваль Т.В 342
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ
Гаврилюк О. О., науковий керівник Коваль Т. В. 344
ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ SEMRUSH В ОНЛАЙН-БІЗНЕСІ
Маляренко Р.В., науковий керівник Костенко І.С. 346
ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ (DIGITAL TWINS) В ЕКОНОМІЦІ
Мельник А.І., науковий керівник Коваль Т.В. 348
ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ LSTM-МЕРЕЖ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
Якушин А.О., науковий керівник Негрей М.В. 350
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ
Стецик М. В., науковий керівник Рогоза Н. А. 353
ОЦІНКА ПОЗИТИВНОГО ВПЛИВУ ТА РИЗИКІВ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
Терлецька І. О., науковий керівник Клименко Н.А. 355
АНАЛІЗ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ НА ТОВАРИ ТА ПОСЛУГИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ
Терещенко Ю.О., науковий керівник Костенко І. С. 357
ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ
Стадійчук В.С., науковий керівник Коваль Т.В. 359
АНАЛІЗ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІГРАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В УКРАЇНІ У ЗВ'ЯЗКУ З ПАНДЕМІЄЮ ТА ВОЄННИМ СТАНОМ
Гречанюк В.Р., керівник Галаєва Л.В. 361
МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ: ЕКОНОМІЧНІ ТА ДЕМОГРАФІЧНІ ВИКЛИКИ
Маркелова С.А., Галаєва Л.В. 363

УДК 004.04

СИСТЕМА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОНФІГУРАЦІЙНИМИ ПАРАМЕТРАМИ В МІКРОСЕРВІСАХ

Плетюк Р. М., науковий керівник Вайганг Г. О.

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій спостерігається активне впровадження мікросервісної архітектури, яка передбачає розподіл системи на велику кількість незалежних компонентів. Такий підхід забезпечує гнучкість, масштабованість і стійкість програмних систем, однак водночас значно ускладнює процес управління конфігураційними параметрами.

Кожен мікросервіс потребує власних налаштувань, що визначають його поведінку, взаємодію з іншими компонентами та адаптацію до змін середовища. Використання традиційних підходів, за яких конфігураційні параметри зберігаються локально, призводить до низки проблем, серед яких: дублювання даних, складність синхронізації налаштувань, підвищений ризик помилок та ускладнене адміністрування.

У зв’язку з цим актуальним є впровадження централізованого підходу до управління конфігураціями. У роботі розглядається система централізованого керування конфігураційними параметрами, яка забезпечує єдине джерело істини для всіх компонентів інформаційної системи. Це дозволяє підвищити узгодженість даних, спростити процес внесення змін та забезпечити контроль версій конфігурацій.

Запропонована система підтримує основні функціональні можливості, зокрема централізоване зберігання параметрів, доступ до конфігурацій через стандартизований інтерфейс, редагування, додавання та видалення параметрів, а також ведення журналу змін і версіонування. Важливою характеристикою системи є автоматична синхронізація налаштувань між підсистемами, що дозволяє забезпечити їх актуальність у реальному часі.

Особлива увага у роботі приділена моделюванню поведінки системи за допомогою UML-діаграми прецедентів (Use Case Diagram), яка є ефективним інструментом візуалізації функціональних можливостей системи та взаємодії з користувачами.

Діаграма прецедентів дозволяє визначити основних акторів системи та сценарії їх взаємодії. У контексті розроблюваної системи такими акторами виступають:

- адміністратор системи;
- підсистеми (мікросервіси), що отримують конфігураційні параметри.

Основні прецеденти, відображені на діаграмі, включають:

- отримання конфігурації підсистемами;
- керування конфігураційними параметрами;
- додавання нових параметрів;
- видалення налаштувань;
- перегляд журналу змін;
- керування правами доступу;
- відновлення попередніх версій конфігурації.

Використання діаграми прецедентів дозволяє структуровано представити функціональні вимоги системи, визначити межі її використання та забезпечити зрозумілу інтерпретацію взаємодії між користувачами та системою.

Побудована діаграма наочно демонструє, що адміністратор має розширені можливості управління конфігурацією, включаючи створення, редагування та видалення параметрів, а також контроль змін через журналювання. У свою чергу, підсистеми взаємодіють із системою шляхом отримання актуальних налаштувань, що забезпечує їх коректне функціонування.

Аналіз діаграми прецедентів дозволяє зробити висновок про чіткий розподіл ролей у системі та ефективну організацію процесів управління конфігурацією. Вона також підтверджує, що всі ключові функціональні вимоги враховані та реалізовані у вигляді окремих сценаріїв взаємодії.

Застосування UML-моделювання у процесі проєктування сприяє підвищенню якості програмного продукту, зменшенню кількості помилок на ранніх етапах розробки та покращенню комунікації між учасниками проєкту.

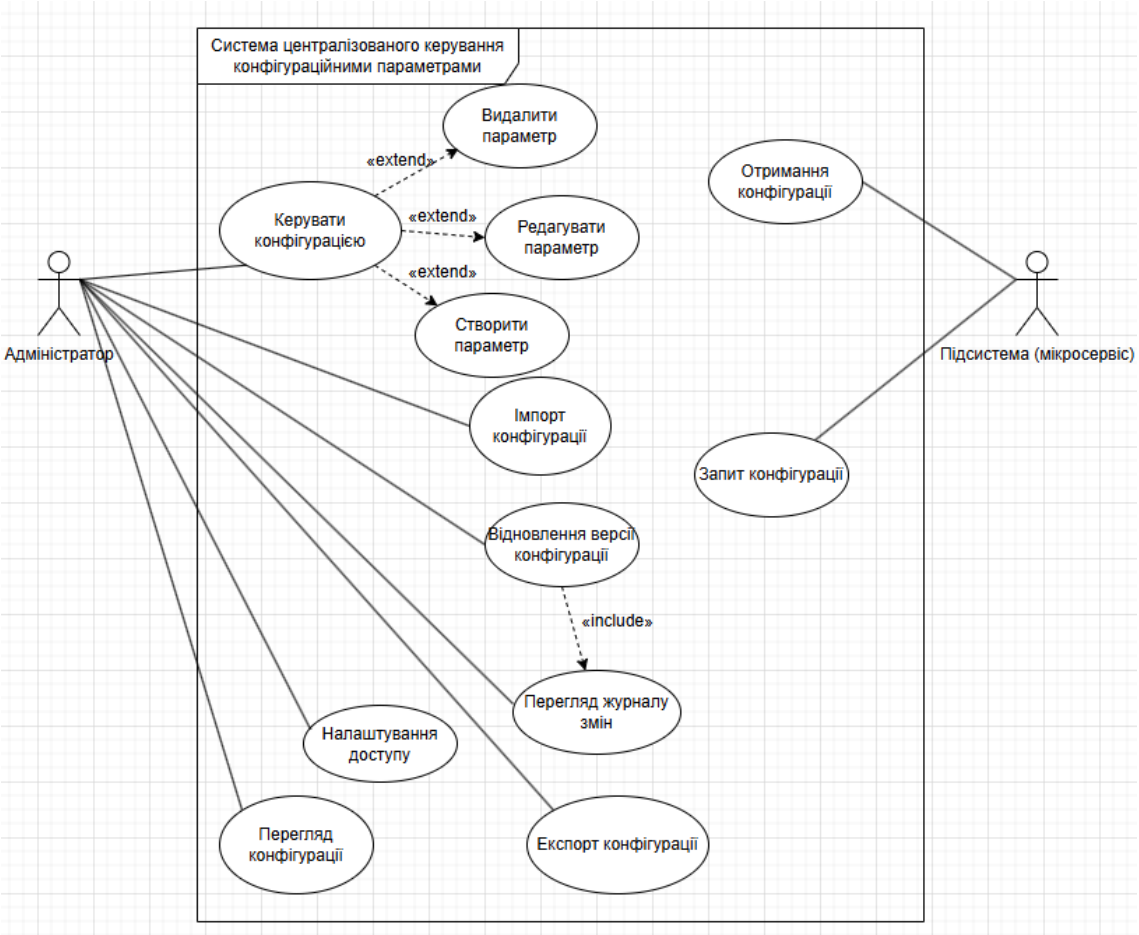


Рис. 1 Діаграма прецедентів системи централізованого керування конфігураційними параметрами

Таким чином, запропонована система централізованого керування конфігураційними параметрами є ефективним рішенням для сучасних інформаційних систем, що використовують мікросервісну архітектуру. Вона забезпечує підвищення надійності, масштабованості та керованості системи, а також спрощує процес її супроводу та розвитку.

Ключові слова: мікросервіси, конфігурація, централізоване управління, UML, діаграма прецедентів, Use Case.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What are User Stories – Agile Alliance. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.agilealliance.org/glossary/user-stories/
2. Use Case Diagram – Visual Paradigm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/

УДК 004.42

ВИКОРИСТАННЯ LLM ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Кондус О. С.

Розробка програмного забезпечення (ПЗ) вимагає високого рівня автоматизації для зменшення кількості помилок, скорочення термінів реалізації та підвищення продуктивності розробників. Традиційні інструменти, що підтримують лише окремі аспекти розробки, не забезпечують комплексної інтелектуальної підтримки. Сучасні великі мовні моделі (LLM) відкривають можливість переходу від шаблонної автоматизації до гнучких систем, здатних адаптуватися до конкретних умов проєкту. Проте, існуючі рішення часто не враховують стилістику коду команди та архітектурні патерни, що знижує ефективність їх використання.

У роботі Peng S. [1] показано, що використання GitHub Copilot підвищує продуктивність розробників, проте такі інструменти обмежено враховують контекст проєкту. Дослідження Alenezi M. та Akour M. [2] підкреслюють відсутність повноцінної інтеграції ШІ у всі етапи життєвого циклу ПЗ. Запропоновані підходи багатоагентних систем, зокрема ChatDev та MetaGPT [3], демонструють потенціал колаборативної роботи агентів, однак не забезпечують глибокої адаптації до специфіки проєктів.

Крім того, актуальними залишаються питання донавчання моделей для конкретних доменів та підвищення якості аналізу програмного коду [4, 5]. Це зумовлює необхідність створення комплексних адаптивних систем, що поєднують багатоагентну архітектуру, механізми донавчання та інтелектуальний аналіз коду.

Метою є розробка та експериментальна перевірка методів і технологій використання великих мовних моделей для автоматизації процесів розробки програмного забезпечення, включно з генеруванням коду, документації, тестів, формальних специфікацій і семантичним аналізом.

Методологічну основу роботи становить комбінація теоретичних і емпіричних методів. Теоретичні методи включають аналіз сучасних досліджень, синтез концепцій багатоагентних систем штучного інтелекту та побудову архітектури інтелектуального модуля. Емпіричні методи передбачають експериментальну перевірку функціональності прототипу Smart AI Code Assistant, а також порівняння ефективності різних моделей за метриками точності рефакторингу, часу відповіді та інтегрального показника Score.

Для реалізації дослідження використовувалися мови програмування JavaScript і Python, фреймворк Node.js, система контролю версій Git і середовище розробки Visual Studio Code.

Розроблено модуль у вигляді розширення для VSCode, який реалізує:

- автоматичне генерування документації до коду (Javadoc, docstring тощо);
- створення юніт-тестів із інтеграцією у проєкт;
- аналіз коду на відповідність принципам S.O.L.I.D.;
- рефакторинг і підказки щодо оптимізації структури коду;
- генерування пояснювальних коментарів;
- підтримку вибору та динамічного перемикання між моделями GPT-4o, Claude 3.7 Sonnet, DeepSeek R1, Gemini 2.0 Flash тощо.

Проведено експеримент з рефакторингу JavaScript-класу TaskManager, який містив типові проблеми (неінформативні назви змінних, централізована логіка, дублювання коду). Для інтегральної оцінки ефективності ШІ-моделей було введено метрику Score, яка враховує як точність рефакторингу (*successRate*), так і середній час відповіді (*avgTime*). Формула:

$$Score = \frac{k_1 \times successRate}{100} + \frac{k_2}{avgTime}, \quad (1)$$

де $k_1 = 70$ та $k_2 = 30$ визначають вагу точності та швидкодії відповідно.

Model	Success Rate	Avg Response Time	Score
gemini-2.0-flash	97.75%	4.24s	75.51
gpt-4o	99.66%	7.67s	73.67
gpt-3.5-turbo	99.16%	7.64s	73.34
grok-2-latest	99.13%	8.48s	72.93
claude-3-7-sonnet-20250219	100.00%	10.81s	72.77
claude-3-5-haiku-20241022	99.81%	14.26s	71.97
grok-3-latest	99.93%	16.55s	71.77
deepseek-chat	100.00%	33.14s	70.91
gemini-1.5-pro-latest	94.87%	9.75s	69.49
gpt-4-turbo	71.53%	21.44s	51.47
gemini-2.5-pro-exp-03-25	69.27%	30.33s	49.48

Рис. 1 Порівняльна інтегральна оцінка ефективності ШІ-моделей за результатами експерименту

За результатами 100 запусків кожної моделі (рис. 1), найвищий результат за балансом точності та швидкодії показала модель Gemini 2.0 Flash (Score = 75,51) завдяки поєднанню високої точності (97,75%) і швидкодії (4,24 с). GPT-4o та GPT-3.5-turbo також показали високу ефективність, тоді як Claude 3.7 Sonnet і DeepSeek R1 досягли 100% точності, поступаючись у швидкості.

Запропоновані методи та технології забезпечують підвищення рівня інтелектуалізації процесів розробки ПЗ за рахунок використання LLM. Створений прототип Smart AI Code Assistant підтвердив практичну значущість підходу, продемонструвавши здатність системи ефективно автоматизувати ключові етапи життєвого циклу ПЗ – від написання та документування коду до його тестування й рефакторингу.

Подальші дослідження передбачають розвиток механізмів адаптивного донавчання моделей на основі коду реальних проєктів, що дозволить підвищити релевантність і контекстну точність рекомендацій. Також перспективним напрямом є генерування формальних специфікацій і проведення автоматизованого code review, що забезпечить надійність і верифікованість програмних рішень.

Крім того, планується розширення системи до багатоагентної архітектури ШІ-асистентів, у межах якої окремі агенти виконуватимуть ролі архітектора, розробника та тестувальника, координуючи дії через стандартизовані протоколи взаємодії. Реалізація такого підходу сприятиме створенню комплексних інтелектуальних середовищ, здатних забезпечити повну автоматизацію процесів розробки, тестування та супроводу програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. S. Peng, E. Kalliamvakou, P. Cihon, M. Demirer, The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot, *arXiv preprint arXiv:2302.06590*, 2023.
2. M. Alenezi, M. Akour, AI-Driven Innovations in Software Engineering: A Review of Current Practices and Future Directions, *Applied Sciences*, vol. 15, no. 3, art. 1344, 2025.
3. S. Hong et al., MetaGPT: Meta Programming for Multi-Agent Collaborative Framework, *arXiv preprint arXiv:2308.00352*, 2023.
4. B. Rozière et al., Code Llama: Open Foundation Models for Code, *arXiv preprint arXiv:2308.12950*, 2023.
5. Z. Zhang, T. Saber, Assessing the Code Clone Detection Capability of Large Language Models, *arXiv preprint arXiv:2407.02402*, 2024.

УДК 004.42

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ КЛІЄНТСЬКОЇ ПОВЕДІНКИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ

Щербань С.О., науковий керівник Бородкіна І.Л.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження інтелектуальних систем моніторингу поведінки клієнтів, здатних на основі аналізу великих обсягів даних автоматично визначати сегменти користувачів, прогнозувати їх фінансові потреби та рекомендувати найбільш релевантні банківські послуги. Це співпадає зі світовими тенденціям розвитку фінтех-сектору та є важливим етапом цифрової трансформації банківських установ. Моніторинг клієнтської поведінки також є критично важливим для раннього виявлення шахрайства, оцінки кредитного ризику та запобігання відтоку клієнтів.

Метою дослідження є розробка інтелектуальної системи моніторингу та аналізу клієнтської поведінки для автоматизованої персоналізації банківських послуг на основі методів машинного навчання, кластеризації та обробки транзакційних даних.

Об’єкт дослідження: поведінка клієнтів банку.

Предмет дослідження: система прийняття рішень, яка допоможе керівництву банку підвищити ефективність сегментування клієнтів шляхом аналізу показників їх фінансової поведінки.

Завдання:

1. Проаналізувати діяльність банку та бізнес-процеси взаємодії з клієнтами
2. Дослідити методи інтелектуального аналізу даних
3. Розробити модель сегментації клієнтів
4. Розробити програмний прототип інтелектуальної системи
5. Оцінити ефективність розробленої системи

Діаграма прецидентів до розроблюваної СППР зображено на рис.1

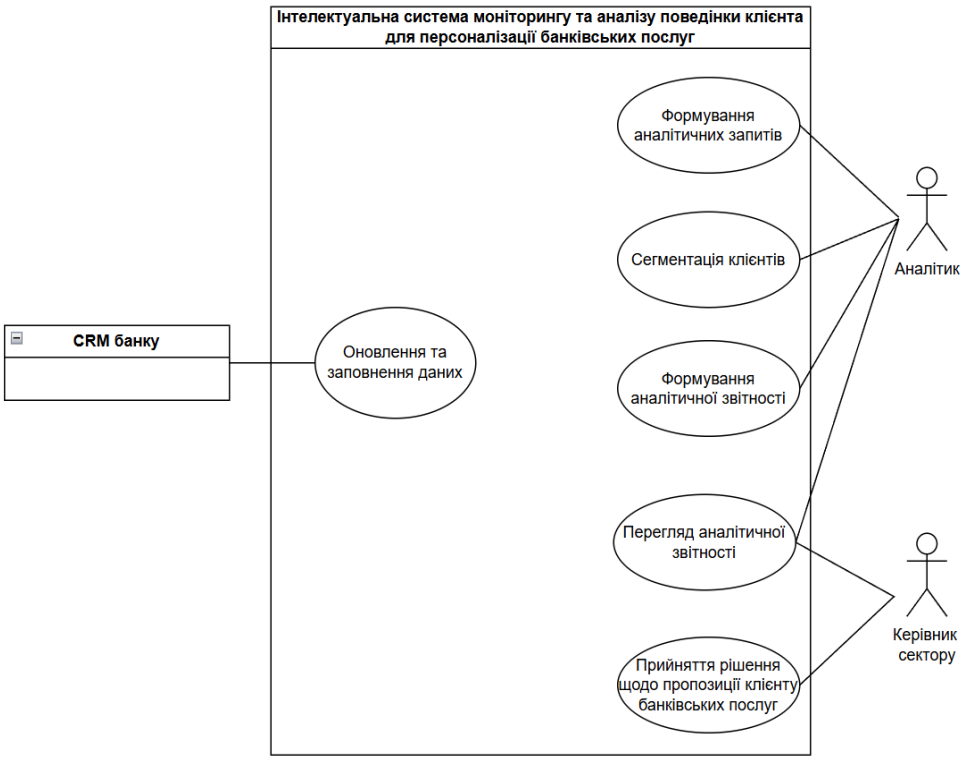


Рис.1 Діаграма прецедентів до розроблюваної СППР

На рис. 2 представлена логічна схема оперативної бази даних.

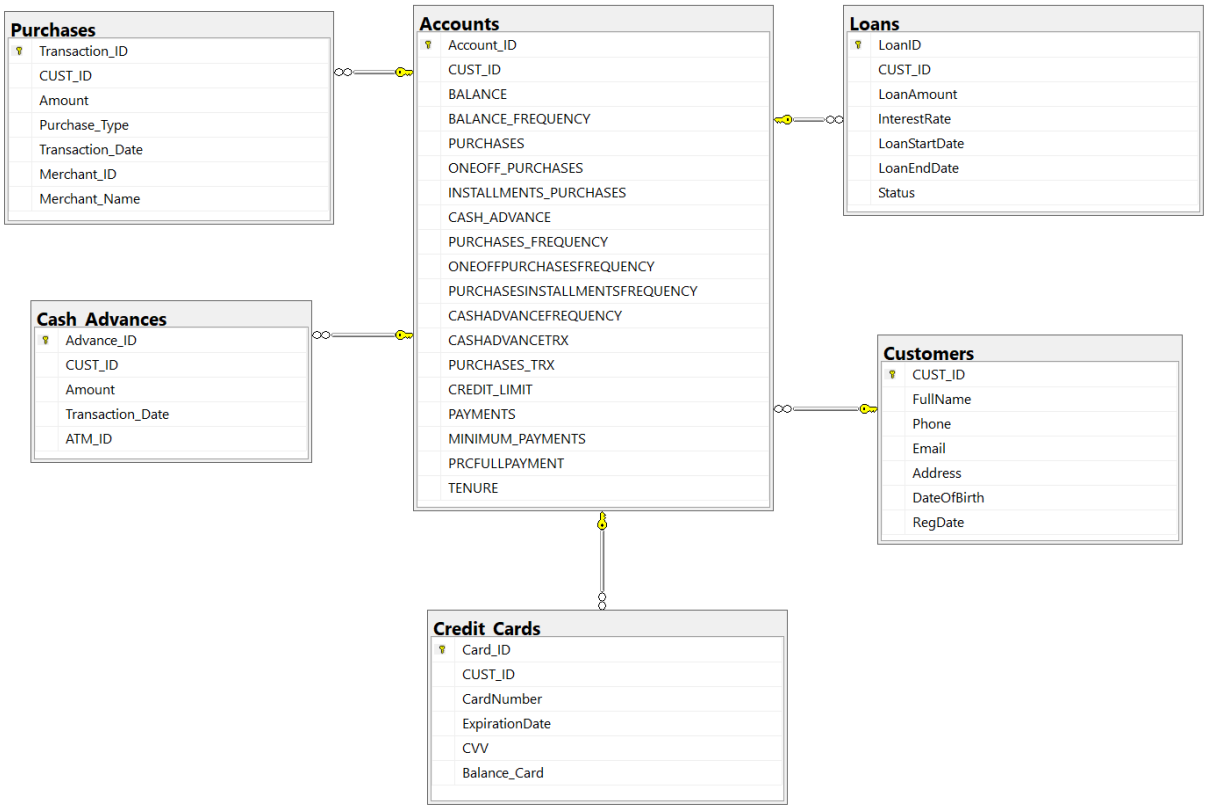


Рис. 2 Логічна модель БД

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Application of clustering for customer segmentation in private banking [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1117/12.2197182

2. A new methodology for customer behavior analysis using time series clustering [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1108/K-09-2018-0506

3. Customer segmentation model based on value generation for marketing strategies formulation [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.02.005

УДК 81.32

HOW DO MACHINES PICK UP LANGUAGE? WHERE LANGUAGE AND MATHEMATICS COLLIDE

Hutsalenko Sofiia, Supervisor Renska Indira

At the intersection of software engineering and linguistics, human language is transformed into structured mathematical data. In modern computational systems, linguistic information is no longer processed through predefined grammatical rules; instead, it is learned from large-scale datasets, allowing patterns of communication to be identified, generalized, and reproduced through mathematical modeling. Such an approach reflects a fundamental shift in the understanding of language processing, where emphasis is placed not on prescriptive rules but on probabilistic representations derived from authentic language use.[1]

Contemporary Machine Translation (MT) is grounded in corpus linguistics and the use of multilingual parallel corpora, in which aligned texts enable the detection of cross-linguistic correspondences. This development marks a transition from Rule-Based Machine Translation (RBMT), which relied on manually encoded linguistic rules, to Statistical (SMT) and Neural Machine Translation (NMT), where language patterns are acquired through statistical inference and machine learning techniques. Within this framework, entire sentences are analyzed as coherent units, allowing models to approximate linguistic structures without the need for explicit grammatical instruction, while capturing contextual and semantic relationships between elements.

This data-driven paradigm is particularly significant for morphologically rich languages such as Ukrainian, where meaning is conveyed primarily through inflectional morphology rather than rigid word order. Consequently, the performance of NMT systems is highly dependent on the availability and quality of parallel data. In cases where data is limited or imbalanced, tokenization processes become less efficient, leading to fragmented representations, loss of semantic integrity, and decreased translation accuracy.[3, 4]

Prior to training, corpora undergo a series of preprocessing procedures, including deduplication, language identification, and semantic filtering, in order to ensure reliable alignment and consistency of the data.[3] The processed text is subsequently segmented into tokens, which function as the basic units of computational analysis. However, tokenization remains a considerable challenge for languages with complex morphological structures, as excessive fragmentation reduces semantic value and increases computational costs.

To address these challenges, language-specific tokenization strategies and alignment techniques are applied, enabling more accurate representation of linguistic units across languages. Therefore, tokens are converted into high-dimensional vector representations, within which semantic relationships are encoded numerically. In this form, language can be effectively processed as structured data within computational systems.[4]

The processing of such representations is carried out using advanced neural architectures, most notably the Transformer model, which enables parallel sequence analysis and significantly improves computational efficiency. Within its encoder-decoder framework, input data is transformed into abstract representations that are subsequently used to generate output in the target language. The multi-head attention mechanism assigns weights to tokens by means of Query, Key, and Value vectors, allowing contextual relationships and syntactic dependencies to be modeled with a high degree of precision.[4]

Hence, machine translation systems are capable of producing outputs that approximate human language use in terms of coherence and contextual relevance. However, it should be emphasized that language is not “understood” in a human sense; rather, patterns are inferred through large-scale data processing and mathematical optimization. Linguistic units are represented within multidimensional semantic vector spaces, while model training is conducted as an optimization process through techniques such as backpropagation. In

addition, probability theory and information theory are applied to evaluate predictive performance, including through the use of metrics such as cross-entropy loss.

Thus, language processing in MT systems is achieved through the integration of linguistic data and mathematical modeling, whereby communication is transformed into structured numerical representations. In conclusion, the development of machine translation reflects the convergence of linguistics, computer science, and mathematics, demonstrating how interdisciplinary approaches contribute to technological advancement. Although data-driven methods have significantly improved translation quality, challenges related to data availability, linguistic diversity, and computational efficiency remain, requiring further research and refinement.

REFERENCES

1. Ali E. A. M., Al-Gamal A. A. M. Corpus-based Machine Translation. *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*. 2021. Vol. 8, Issue 3. P. 1–6.

2. Kardos M. Blazing Fast Fuzzy Search in Python with Neofuzz [Electronic resource] / M. Kardos // TDS Archive. – 2023. – Mode of access: https://towardsdatascience.com/ (date of access: 07.04.2026).

3. Matvieieva S. A., Lemish N. Ye., Zernetska A. A. et al. English-Ukrainian Parallel Corpus: Prerequisites for Building and Practical Use in Translation Studies. *Studies about Languages*. 2022. No. 40. P. 61-74.

4. Remy, F., Delobelle, P., Avetisyan, H., et al. (2024). *Trans-Tokenization: Language adaptation of LLMs for low-resource NLP*. First Conference on Language Modeling.

УДК 004.89:004.65:614.2

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КЕРІВНИЦТВОМ МЕРЕЖІ РАЙОННИХ ПОЛІКЛІНІК

Стахнюк Т.П., науковий керівник Голуб Б.Л.

У сучасних умовах цифрової трансформації сфери охорони здоров’я управління мережею районних поліклінік потребує оперативного доступу до консолідованої аналітичної інформації. Більшість існуючих медичних інформаційних систем є транзакційними (OLTP). Вони ефективно підтримують щоденну операційну діяльність, проте їхня архітектура не пристосована для багатовимірного аналізу та прогнозування.

Актуальність розробки системи підтримки прийняття рішень (СППР) зумовлена низкою проблем, з якими стикається сучасний медичний менеджмент:

- великі обсяги медичної та адміністративної інформації зберігаються у різних джерелах і мають складну структуру, що ускладнює їх обробку;
- поточні інформаційні системи орієнтовані лише на операційну діяльність і не пристосовані для глибокого аналізу та прогнозування тенденцій;
- існують суттєві труднощі в об’єктивній оцінці ефективності роботи окремих підрозділів, реального навантаження на лікарів та моніторингу ключових показників;
- через відсутність консолідованих даних знижується якість розподілу ресурсів та координації роботи між установами мережі;
- відсутність сучасних інструментів інтелектуальної підтримки лікаря в процесі прийняття діагностичних рішень.

Мета розробки полягає у створенні для керівництва мережі районних поліклінік комплексної СППР, архітектура якої базується на впровадженні централізованого сховища даних та інструментів багатовимірного аналізу. Для досягнення цієї мети необхідно забезпечити реалізацію таких ключових завдань:

1. Інтеграція та централізація даних: створення єдиного сховища для об'єднання різнорідної інформації з усіх підрозділів мережі.
2. Багатовимірний аналіз та звітність: забезпечення швидкого аналізу даних у різних зрізах (час, спеціалізація лікаря, демографія пацієнта) та розрахунку ключових показників ефективності (KPI).
3. Підтримка управлінських рішень та прогнозування: надання інструментів для об'єктивної оцінки навантаження на персонал, оптимізації ресурсів та прогнозування тенденцій за допомогою методів інтелектуального аналізу даних.

Основою розробленої системи є аналітичне сховище даних (Data Warehouse), спроєктоване за архітектурою «Зірка». Така структура мінімізує кількість логічних з’єднань між таблицями, що критично важливо для швидкості виконання запитів. У центрі моделі знаходиться таблиця фактів із кількісними показниками прийомів, навколо якої розташовані таблиці вимірів (час, медичний персонал, пацієнти, типи звернень). Це гарантує цілісність даних та високу продуктивність формування звітів для всієї мережі установ.

Процес наповнення системи базується на механізмах ETL (Extract, Transform, Load), які забезпечують життєвий цикл інформації від первинного запису до аналітичного висновку. На етапі вилучення дані збираються з розрізнених операційних баз даних. Етап перетворення включає очищення інформації від технічних помилок, уніфікацію форматів та розрахунок похідних показників, що необхідні для моніторингу KPI. Фінальне завантаження в аналітичне сховище дозволяє керівнику працювати з «чистою» та узгодженою моделлю даних. Логічну структуру сховища, що забезпечує таку послідовність обробки, наведено на рисунку 1.

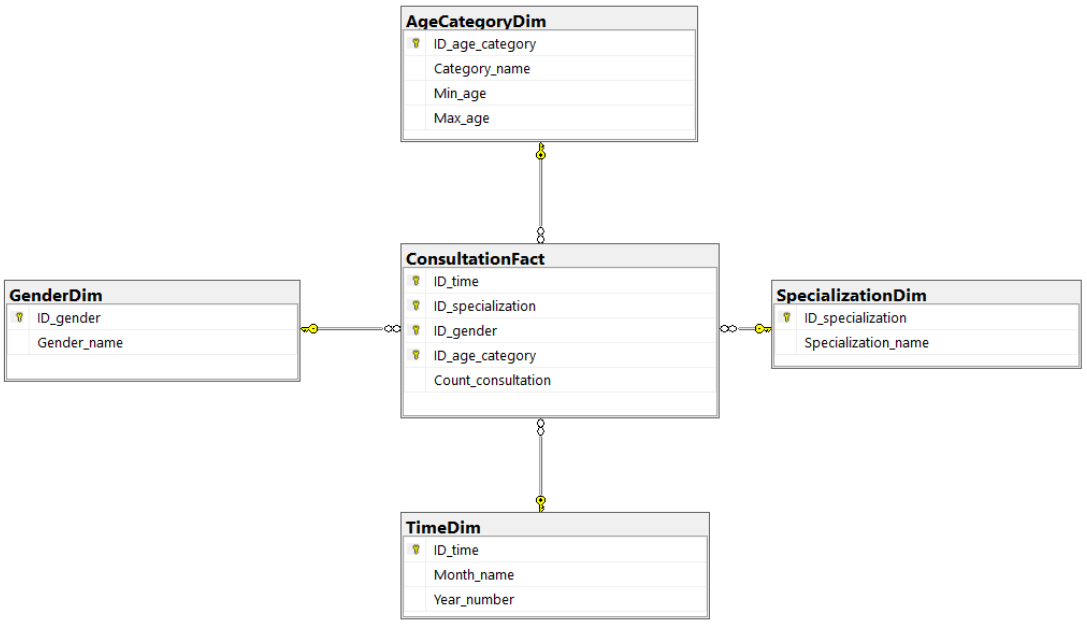


Рис. 1 Структура багатовимірного сховища даних

Багатовимірний аналіз реалізовано шляхом розгортання OLAP-кубів, що дає можливість миттєво агрегувати та досліджувати дані в будь-яких аналітичних розрізах. Автоматизований розрахунок ключових показників у поєднанні з візуалізацією аналітичних звітів забезпечує комплексний моніторинг діяльності мережі та дозволяє керівництву своєчасно виявляти приховані закономірності в роботі підрозділів.

Окремою важливою складовою системи є інтелектуальний модуль підтримки клінічних рішень. Він базується на мовній моделі штучного інтелекту, що забезпечує високий рівень конфіденційності обробки інформації. Модель інтегрована безпосередньо у робоче місце лікаря і призначена для семантичного аналізу скарг пацієнтів. Алгоритм розпізнає ключові медичні сутності в тексті та зіставляє їх із базою знань, сформованою на основі спеціалізованих клінічних датасетів. Це дозволяє системі формувати перелік можливих діагностичних гіпотез із відповідним обґрунтуванням, що виступає в ролі інтелектуального фільтра та допомагає спеціалісту зосередитися на найбільш критичних аспектах стану пацієнта під час інтенсивного прийому.

Впровадження розробленої системи дозволяє адміністрації поліклінік перейти до стратегічного управління на основі достовірних даних. Використання багатовимірного аналізу та KPI забезпечує точне розуміння того, де саме є надлишок або дефіцит ресурсів, що сприяє раціональному розподілу навантаження на медичний персонал. Водночас інтеграція штучного інтелекту перетворює інформаційну систему з інструменту пасивного накопичення інформації на активного помічника лікаря. Такий комплексний підхід гарантує підвищення загальної ефективності функціонування медичної мережі та покращення якості обслуговування пацієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пасічник В. В., Шаховська Н. Б. Сховища даних: навч. посіб. – 2-ге вид., стер. – Львів: Магнолія 2006, 2024. – 492 с.
2. Topol E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence // Nature Medicine. – 2019. – Vol. 25, No. 1. – P. 44–56.
3. Overview of Service Manager OLAP cubes for advanced analytics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/uk-ua/system-center/scsm/olap-cubes-overview?view=sc-sm-2025 (дата звернення: 12.04.2026).

УДК 004.42

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ У ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕЦЕНЗУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОДУ

Бочарова А.О., науковий керівник Супрун О.М

Зростання складності програмних систем та збільшення обсягів автоматизовано згенерованого коду зумовлює необхідність розвитку методів його якісного аналізу. У сучасних умовах задача оцінювання програмного коду набуває особливої актуальності, оскільки включає не лише перевірку функціональної коректності, але й аналіз алгоритмічної ефективності, обробки крайових випадків та відповідності загальноприйнятим інженерним практикам.

Існуючі інструменти автоматизованого аналізу коду, як правило, орієнтовані на часткові аспекти цієї задачі, зокрема статичну перевірку синтаксичних помилок або виконання тестів. Водночас комплексне оцінювання якості програмного коду з урахуванням багатьох критеріїв залишається складною та недостатньо формалізованою задачею.

Технології великих мовних моделей (LLM) відкривають нові можливості для вирішення подібних задач, однак їх ефективність як автоматизованих систем оцінювання програмного коду потребує додаткового емпіричного дослідження, зокрема у контексті точності, узгодженості з еталонними оцінками та обчислювальної ефективності.

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу 17 сучасних великих мовних моделей від 6 провайдерів як автоматизованих рецензентів програмного коду, а також визначення їх ефективності та придатності для використання в задачах автоматизованого оцінювання якості програмних рішень.

Для досягнення поставленої мети розроблено бенчмаркінговий модуль на базі Java 17 із використанням фреймворку Spring Boot 3.2.6. Корпус тестових даних включає 34 алгоритмічні задачі, реалізовані трьома мовами програмування – Java, Python, JavaScript, а також 136 варіантів розв’язків, класифікованих за категоріями OPTIMAL, CORRECT, EDGE_CASE_FAIL та WRONG_LOGIC. Еталонна оцінка обчислюється за формулою:

$$S = min\left(correctness_{score} - penalty_{sum}, max_{cap}\right), \quad (1)$$

де штрафи накладаються за три типи дефектів: неефективність алгоритму, некоректну обробку граничних випадків та фундаментальні логічні помилки. Усі моделі отримують уніфікований системний промпт і повертають результат у форматі JSON.

Для порівняльного аналізу застосовано чотири метрики: середнє абсолютне відхилення (MAE), коефіцієнт кореляції Пірсона, а також точність у межах ±5 балів (Acc±5) та ±10 балів (Acc±10). Результати експериментального дослідження наведено на рис. 1.

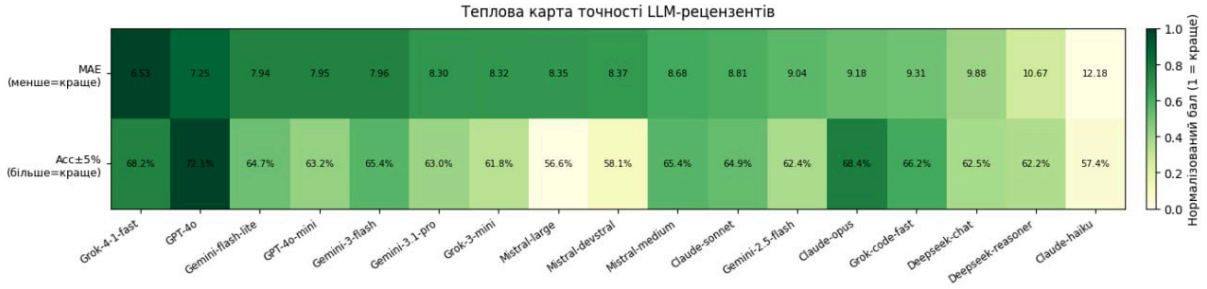


Рис. 1 Теплова карта точності LLM-рецензентів

Усі досліджувані моделі продемонстрували високий рівень узгодженості з еталонними оцінками (r = 0,91–0,98). Найвищу точність показала модель Grok-4-1-fast-reasoning (MAE = 6,53; r = 0,976). Важливим результатом є підтвердження ефективності моделей із нижчою вартістю: модель GPT-4o-mini (MAE = 7,95; Acc±10 = 79,4%) демонструє незначне зниження якості порівняно з GPT-4o за суттєво нижчої вартості використання. Модель Gemini-3.1-flash-lite-preview забезпечує найвищу точність за метрикою Acc±10 (81,6%) та мінімальний час відповіді (1 582 мс).

Водночас моделі з розширеними механізмами міркування (зокрема DeepSeek-reasoner та Grok-3-mini) продемонстрували нижчу точність у поєднанні зі значно більшими затримками відповіді (15–26 с), що обмежує їх застосування в інтерактивних системах. Модель Claude-haiku-4-5 показала найнижчі результати (MAE = 12,18), що зумовлено систематичним заниженням оцінок (Underestimation Rate = 40%).

У ході дослідження встановлено, що використання розширених стратегій інференсу (зокрема chain-of-thought reasoning) не призводить до покращення якості оцінювання програмного коду. Це пояснюється структурованим характером задачі рецензування, який не потребує побудови складних ланцюгів міркувань.

Для практичного застосування доцільним є використання моделі GPT-4o-mini як рішення з оптимальним співвідношенням точності та вартості, а також Gemini-3.1-flash-lite-preview як моделі з мінімальною затримкою відповіді. Отримані результати можуть бути використані як науково-методична основа для розроблення інтелектуальних систем автоматизованого оцінювання та аналізу якості програмного коду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chen M. et al. Evaluating large language models trained on code // arXiv:2107.03374. – 2021.
2. Brown T.B. et al. Language models are few-shot learners // NeurIPS. – 2020. – Vol. 33.
3. Austin J. et al. Program synthesis with large language models // arXiv:2108.07732. – 2021.
4. Wei J. et al. Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models // NeurIPS. – 2022.
5. Liu P. et al. Pre-train, prompt, and predict: a systematic survey of prompting methods // ACM Comp. Surveys. – 2023. – Vol. 55, No. 9.

УДК 004.8

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ТА ПЕРЕДБАЧУВАНОСТІ ПОВЕДІНКИ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Гордій Я. В.

Сучасні моделі штучного інтелекту, зокрема великі мовні моделі, дедалі активніше використовуються в інформаційних системах аналізу тексту, підтримки рішень та взаємодії з користувачем. За таких умов ключовим стає питання не лише середньої коректності, а й узгодженості та передбачуваності поведінки моделі на близьких за змістом запитах. У NIST AI Risk Management Framework надійність і валідність визначено як базові характеристики надійного ШІ [1], а робота CheckList показує, що звичайний показник точності часто переоцінює реальне узагальнення на близьких варіантах запиту [2].

Метою роботи є узагальнення підходів до оцінювання узгодженості та передбачуваності поведінки моделей ШІ й формалізація інтегрального показника, що поєднує ці характеристики. Узгодженість розуміємо як здатність моделі зберігати змістову сталість відповідей на множині семантично еквівалентних запитів, а передбачуваність - як відповідність між заявленою впевненістю, фактичною правильністю та стабільністю результатів [1-3].

Нехай $X_i = \{x_i^{(1)}, \ldots, x_i^{(K)}\}$ - множина з K перефразувань базового запиту, а $Y_i = \{y_i^{(1)}, \ldots, y_i^{(K)}\}$ - відповідні відповіді моделі. Індекс семантичної узгодженості задамо як середню попарну подібність відповідей [2]:

$$C_i = \frac{2}{K(K-1)} \sum_{a<b} \mathrm{sim}\left(y_i^{(a)}, y_i^{(b)}\right) \tag{1}$$

де $\mathrm{sim}(\cdot,\cdot) \in [0, 1]$ - міра семантичної подібності, наприклад, косинусна подібність між векторними поданнями відповідей. За наявності еталона y_i^* вводимо показник робастної коректності:

$$R_i = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^{K} 1\left[\hat{y}_i^{(k)} = y_i^*\right] \tag{2}$$

Для оцінювання передбачуваності використаємо похибку калібрування ECE, що порівнює середню заявлену впевненість conf(B□) у кожному інтервалі B□ з фактичною точністю acc(B□) [3]:

$$\mathrm{ECE} = \sum_{m=1}^{M} \frac{|B_m|}{n} \left| \mathrm{acc}(B_m) - \mathrm{conf}(B_m) \right| \tag{3}$$

У ролі оцінки впевненості може використовуватися нормалізована ймовірність обраної відповіді або агрегована оцінка моделі для згенерованого результату [3]. Поєднавши три компоненти, введемо інтегральний показник надійності поведінки моделі:

$$Q = \alpha \bar{C} + \beta \bar{R} + \gamma (1 - \mathrm{ECE}), \quad \alpha + \beta + \gamma = 1 \tag{4}$$

Приклад. Нехай K = 4, а попарні подібності відповідей дорівнюють 0.92, 0.88, 0.90, 0.86, 0.91, 0.89, тоді $C_i = 0.893$. Якщо з чотирьох відповідей правильними є три, то $R_i = 0.75$. За ECE = 0.08 і вагами $\alpha = \beta = 0.4$, $\gamma = 0.2$ маємо $Q = 0.4 \cdot 0.893 + 0.4 \cdot 0.75 + 0.2 \cdot 0.92 \approx 0.84$. Отже, навіть за високої узгодженості показник Q знижується через втрату коректності на частині перефразованих запитів.

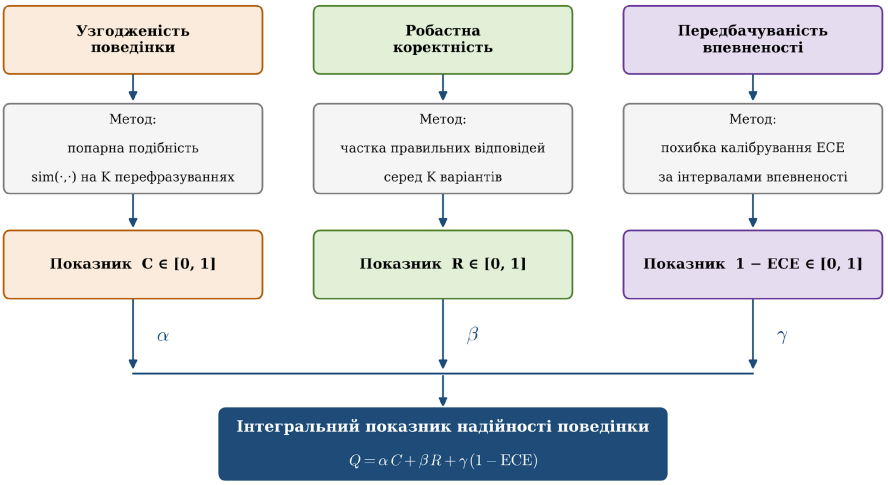


Рис. 1 Схема комплексного оцінювання узгодженості та передбачуваності поведінки моделі ШІ

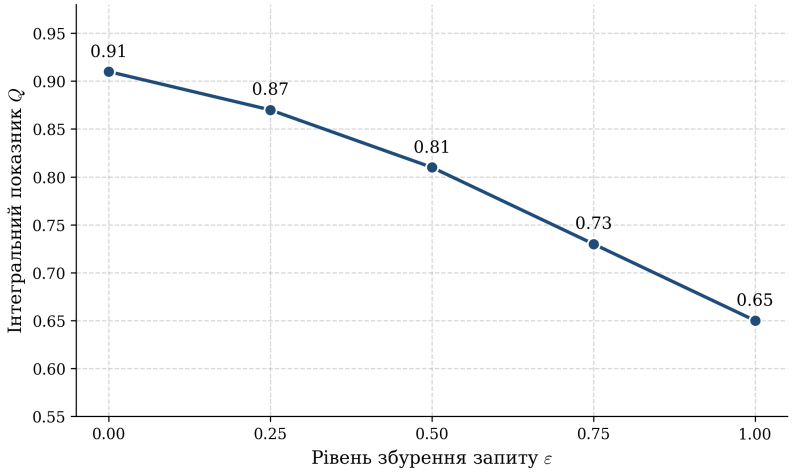


Рис. 2 Залежність інтегрального показника Q від рівня збурення запиту ε

Запропонована схема поєднує три взаємодоповнюючі виміри оцінювання поведінки моделі ШІ: семантичну узгодженість відповідей на перефразуваннях, робастну коректність відносно еталона та калібрування заявленої впевненості. Інтегральний показник Q зводить ці виміри в єдину чисельну оцінку та може бути використаний як основа для аудиту моделей ШІ в інформаційних системах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tabassi E. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. Gaithersburg, MD: NIST, 2023. 48 p. URL: https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1
2. Ribeiro M. T., Wu T., Guestrin C., Singh S. Beyond Accuracy: Behavioral Testing of NLP Models with CheckList. Proc. of ACL 2020. P. 4902-4912. URL: https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.442
3. Jiang Z., Araki J., Ding H., Neubig G. How Can We Know When Language Models Know? On the Calibration of Language Models for Question Answering. TACL. 2021. Vol. 9. P. 962-977. URL: https://doi.org/10.1162/tacl_a_00407

УДК 004.9:620.9:728.37

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В «РОЗУМНОМУ» БУДИНКУ

Ніколаєнко М.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В.

Мета дослідження - розробка програмного забезпечення для автоматизованого моніторингу та оптимізації енергоспоживання в розумному будинку. У сучасних умовах нестабільності електропостачання та зростання тарифів на електроенергію в Україні питання ефективного керування споживанням набуває критичного значення для приватних домогосподарств. Особливої актуальності ця проблема набуває в контексті масового поширення резервних джерел живлення на літієвих акумуляторах, ресурс яких безпосередньо залежить від правильного управління режимами заряду та розряду. Більшість існуючих комерційних рішень є закритими продуктами без можливості гнучкого налаштування під індивідуальні потреби конкретного домогосподарства, що зумовлює доцільність розробки відкритої програмної системи.

Предметом дослідження є алгоритми оптимізації розподілу електричного навантаження між смарт-пристроями розумного будинку з урахуванням поточного стану резервного джерела живлення та пріоритетів споживачів. Об'єктом дослідження є процес автоматизованого управління енергоспоживанням у системі розумного будинку на основі телеметричних даних в реальному часі.

Розроблювана система EnergyHub реалізує інтеграцію смарт-пристроїв на базі протоколу Tuya, резервних джерел живлення EcoFlow та мобільного клієнта для управління в режимі реального часу. Система забезпечує безперервний моніторинг споживання електроенергії кожним підключеним пристроєм, автоматичне виконання сценаріїв оптимізації за заданими тригерами, а також своєчасне інформування користувача про критичні події в електромережі через push-сповіщення. Архітектура системи побудована за принципом розділення відповідальності між рівнями представлення, бізнес-логіки, інфраструктури та зовнішніх сервісів.

Програмна система складається з таких ключових компонентів. Мобільний застосунок на платформі React Native для Android та iOS забезпечує відображення дашборду поточного споживання, рівня заряду акумулятора (SoC), дистанційне керування реле пристроїв і налаштування сценаріїв автоматизації. Серверна частина на Node.js з фреймворком Express реалізує REST API для мобільного клієнта, бізнес-логіку виконання сценаріїв, інтеграцію з хмарним API Tuya та обробку MQTT-потоків від EcoFlow API. Реляційна база даних PostgreSQL 15 забезпечує зберігання телеметричних записів, конфігурацій пристроїв, сценаріїв оптимізації та журналу подій системи. Усі серверні компоненти контейнеризовані за допомогою Docker та керуються через docker-compose, що забезпечує відтворюваність середовища розгортання.

Центральним алгоритмом системи є механізм Smart Soft Start - поступове увімкнення навантажень з урахуванням поточного рівня заряду акумулятора та груп пріоритетів пристроїв. Пристрої поділяються на три групи пріоритетності: критичні (медичне обладнання, системи безпеки), важливі (освітлення, холодильник) та другорядні (кліматична техніка, розважальна електроніка). При зниженні SoC нижче встановленого порогового значення система послідовно відключає пристрої від нижчої до вищої групи пріоритету, запобігаючи глибокому розряду акумулятора та продовжуючи його термін служби. Під час відновлення електропостачання алгоритм вмикає пристрої у зворотному порядку з витримкою часу між кожним увімкненням, уникаючи стрибків пускового струму.

Для забезпечення інтеграції з апаратними компонентами розумного будинку використано відкритий протокол MQTT версії 5.0 для отримання телеметрії від резервних джерел живлення EcoFlow у реальному часі. Хмарний REST API Tuya

OpenAPI використовується для надсилання команд керування реле смарт-розеток та отримання їхнього поточного стану. Автентифікація користувачів реалізована за стандартом OAuth 2.0 з видачею JWT-токенів, що забезпечує безпечний доступ до API з мобільного застосунку. Push-сповіщення про критичні події надсилаються через Firebase Cloud Messaging для пристроїв Android та Apple Push Notification Service для пристроїв iOS.

Логічна модель бази даних включає шість сутностей: користувач, пристрій, сценарій оптимізації, асоціативна таблиця сценарій-пристрій, запис телеметрії та резервне джерело живлення. Зв'язки між сутностями реалізовані через зовнішні ключі з каскадним видаленням, що гарантує цілісність даних. Для підвищення швидкодії вибірок часових рядів телеметрії створено складені індекси за полями ідентифікатора пристрою та часовою міткою запису, що є критичним для продуктивності при зберіганні даних від великої кількості пристроїв.

Інфраструктура розгортання системи базується на хмарному VPS-сервері під керуванням Ubuntu. Серверна частина та база даних запускаються як окремі Docker-контейнери в ізольованій внутрішній мережі Docker, що унеможливлює прямий зовнішній доступ до PostgreSQL. Мобільний застосунок взаємодіє із сервером виключно через захищене з'єднання HTTPS з валідним TLS-сертифікатом. Кожен запит до захищених ендпоінтів проходить перевірку через authMiddleware, який валідує JWT-токен у заголовку Authorization. Обмеження частоти запитів реалізовано через rateLimiter, що захищає API від brute-force атак. Такий підхід до розгортання забезпечує ізоляцію компонентів, відтворюваність середовища та відповідність базовим вимогам інформаційної безпеки.

Практична цінність розробки полягає у можливості реального зниження витрат на електроенергію та подовження ресурсу акумуляторних систем резервного живлення завдяки автоматизованому управлінню навантаженням. Попередні розрахунки свідчать, що використання алгоритму пріоритетного скидання навантаження дозволяє збільшити автономний час роботи будинку від резервного джерела на 15–20 % порівняно з режимом без автоматизації.

Подальший розвиток системи передбачає впровадження алгоритмів прогнозування споживання на основі аналізу патернів поведінки користувача та даних про погодні умови для превентивного управління навантаженням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tuya Developer Platform [Електронний ресурс]. – 2026. – Режим доступу: https://developer.tuya.com/en/docs/iot
2. MQTT Protocol Specification v5.0 [Електронний ресурс] / OASIS Standard. – 2024. – Режим доступу: https://mqtt.org/mqtt-specification
3. Prisma ORM Documentation [Електронний ресурс]. – 2026. – Режим доступу: https://www.prisma.io/docs
4. React Native Documentation [Електронний ресурс] / Meta Platforms, Inc. – 2026. – Режим доступу: https://reactnative.dev/docs/getting-started

УДК 004.9:632

СИСТЕМА АНАЛІЗУ НАЯВНОСТІ ШКІДНИКІВ ТА ХВОРОБ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ КАРАНТИННИХ ЗОН

Скоробогата Л.В., науковий керівник Панкратьєв В.О.

Актуальність. Здоров'я рослин, особливо сільськогосподарських культур, які безпосередньо споживаються людиною, суттєво впливає як на стан здоров'я населення, так і на економічний розвиток аграрного сектору загалом. Основними загрозами для рослинництва є шкідники, хвороби та бур'яни, що призводять до зниження врожайності, погіршення якості продукції та економічних втрат. У зв'язку з цим актуальним є впровадження ефективних методів моніторингу, локалізації та профілактики фітосанітарних ризиків.

Проблема захисту та карантину рослин є однією з ключових у сучасному сільському господарстві, оскільки безпосередньо впливає на продовольчу безпеку, стабільність екосистем і експортний потенціал аграрної продукції. Протягом останніх 5-7 років спостерігається зростання уваги до вдосконалення методів моніторингу та управління фітосанітарними ризиками, що пов'язано з активним використанням цифрових технологій, точного землеробства та автоматизованих систем збору й аналізу даних.

Мета. Метою дослідження є аналіз сучасних методів захисту рослин від шкідників і хвороб, оцінка їх ефективності, а також розробка рекомендацій щодо вдосконалення заходів профілактики та контролю фітосанітарного стану.

Також метою є розробка інформаційно-аналітичної системи для виявлення та аналізу наявності шкідників і хвороб рослин на основі даних моніторингу карантинних зон. Така система має забезпечити ефективний збір, зберігання, обробку та аналіз інформації для підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Об'єкт дослідження - процеси проєктування та розробки інформаційно-аналітичних систем для моніторингу фітосанітарного стану карантинних зон.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:

- Проаналізувати предметну область моніторингу шкідників і хвороб рослин та існуючі підходи до фітосанітарного контролю.
- Обґрунтувати структуру та функціональні можливості інформаційно-аналітичної системи для автоматизації збору та аналізу даних.
- Формалізувати процеси збору та обробки інформації про стан карантинних зон, визначивши основні типи даних та джерела їх отримання.
- Розробити архітектуру інформаційно-аналітичної системи, що забезпечує автоматизоване виявлення та аналіз поширення шкідників і хвороб.

Для кращого розуміння функціональних можливостей системи через взаємодію з користувачами, представлена діаграма прецедентів на рис. 1.

1. Працівник - основний користувач системи, який безпосередньо займається збором та введенням даних. Його функції охоплюють роботу з польовою інформацією, довідковими даними, даними сенсорів. Введення даних, управління об'єктами.

2. Аналітик - користувач, що займається аналізом отриманих даних, формуванням звітів, прогнозуванням ситуації у карантинних зонах. Обробка даних, прогнозування, звітність.

3. Керівник - користувач який приймає управлінські рішення на основі моніторингу та аналізу отриманих даних з карантинних зон. Контроль показників, прийняття рішення.

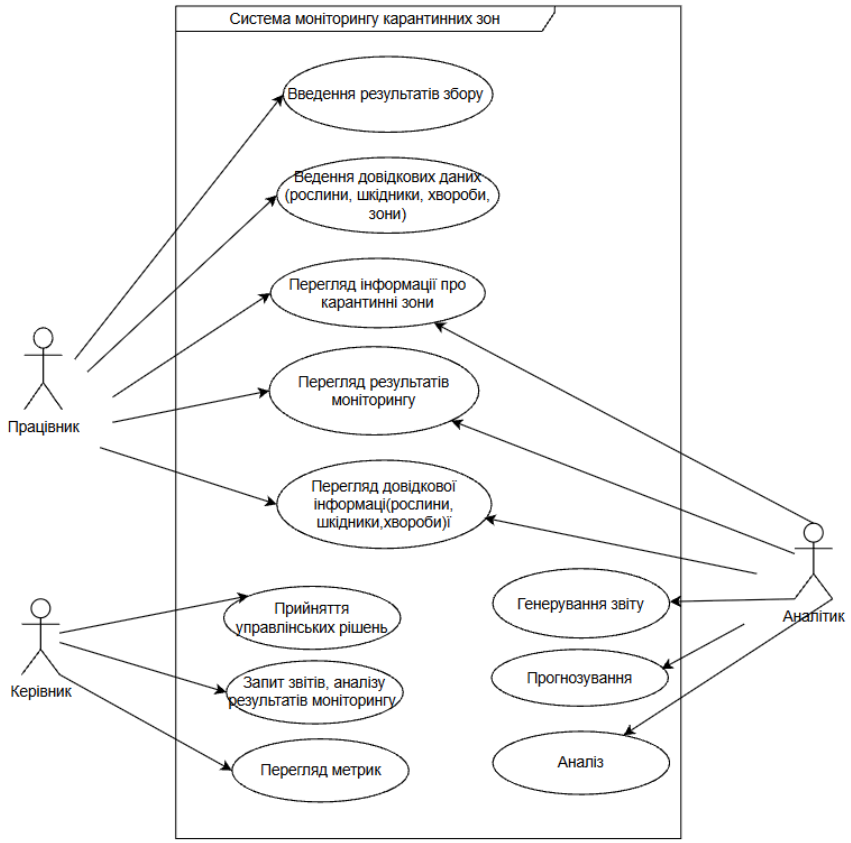


Рис. 1 Діаграма прецедентів до розроблюваної системи

Висновки. Розробка системи аналізу наявності шкідників та хвороб актуальна у зв'язку з необхідністю забезпечення продовольчої безпеки, оскільки вчасне виявлення є критично важливим для аграрного сектору. Актуальність підкріплюється стрімкою цифровізацією галузі та переходом до використання високоефективних цифрових методів обробки даних. Завдяки використанню сучасних методів проєктування система характеризується відносно низькою затратністю на впровадження та швидкою окупністю за рахунок мінімізації втрат продукції. Дана розробка має безпосереднє практичне значення, оскільки дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та аналізу фітосанітарних показників. Система може бути інтегрована в реальні процеси фітосанітарного контролю та державного моніторингу карантинних зон. Система також є гнучкою для подальшого розширення, наприклад, через додавання модулів штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання шкідників по фото, інтеграцію з метеостанціями або розробку мобільного додатка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zheng, Jiaqiang; Xu, Youlin. A Review: Development of Plant Protection Methods and Advances in Pesticide Application Technology in Agro-Forestry Production // *Agriculture*. — 2023. — Vol. 13, Iss. 11. — P. 2165.: https://doi.org/10.3390/agriculture13112165

УДК 004.94:004.6:794.8

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ГРАВЦІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІГРОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Кузьменко Я.О., науковий керівник Ніколаєнко Д.В., к.е.н., ст.викладач

Сучасний ринок відеоігор характеризується надзвичайною складністю внутрішніх ігрових систем, де навіть незначні зміни в параметрах економіки або механіках можуть призвести до критичних помилок у глобальному балансі. Такі прорахунки на етапі релізу стають причиною різкого відтоку користувачів та суттєвих фінансових збитків для ігрових студій. Традиційні методи тестування, що базуються на залученні обмеженої вибірки фахівців, не спроможні забезпечити репрезентативний прогноз поведінки всієї бази гравців у масштабах реального часу. Відповідно, розробка інноваційних IT-рішень для автоматизованої симуляції та аналізу ігрових процесів є важливою науково-практичною задачею.

Об’єктом даного дослідження є розробка концепції B2B SaaS-платформи, яка інтегрує алгоритми симуляції поведінки натовпу та інструменти обробки великих даних. На відміну від існуючих систем індивідуального підстроювання складності, запропоноване рішення орієнтоване на загальний стан ігрової екосистеми. Платформа дозволяє моделювати дії тисяч віртуальних агентів одночасно, надаючи геймдизайнерам можливість оцінювати наслідки своїх рішень ще на етапі пре-продакшну та прототипування.

Важливою складовою запропонованого IT-рішення є використання методів агентного моделювання. У рамках симуляції віртуальні агенти наділяються різними алгоритмічними патернами поведінки, що імітують дії реальних гравців: від новачків до хардкорних користувачів. Такий підхід дозволяє детально аналізувати складні процеси всередині ігрової економіки, зокрема: відслідковувати рівень інфляції віртуальних валют, прогнозувати дефіцит ключових ресурсів та перевіряти ефективність монетизаційних механік на довгострокових дистанціях. Виконати подібний обсяг тестування вручну за допомогою традиційних відділів контролю якості фізично неможливо через обмеження в часі та людських ресурсах.

Важливим аспектом проектування такої системи є формалізація її операційної логіки. Для цього було обрано міжнародний стандарт BPMN, який дозволяє створити надійний міст між ігровою логікою та програмною архітектурою. У межах дослідження успішно змодельовано наскрізний бізнес-процес «Оптимізація та тестування глобального ігрового балансу».

Згідно з розробленою моделлю, життєвий цикл тестування балансу має яскраво виражений ітеративний характер і складається з декількох критичних фаз:

- Ініціація та збір даних: процес стартує з рішення про перевірку нового патчу, після чого платформа формує автоматичний запит та завантажує «сирі» дані телеметрії, забезпечуючи підготовку масивів Big Data.
- Цикл тестування: геймдизайнер встановлює гіпотези через зміну параметрів середовища, а система розподіляє обчислювальні завдання на хмарні сервери для запуску симуляції натовпу.
- Точка прийняття рішення: на основі згенерованих теплових карт та інтерактивних дашбордів проводиться оцінка стану системи. Якщо виявлено дисбаланс, процес повертається до корекції параметрів, створюючи замкнений цикл безперервної оптимізації.
- Завершення та валідація: при досягненні оптимальних показників генерується фінальний аналітичний звіт у форматі PDF, що є сигналом до затвердження змін для релізу.

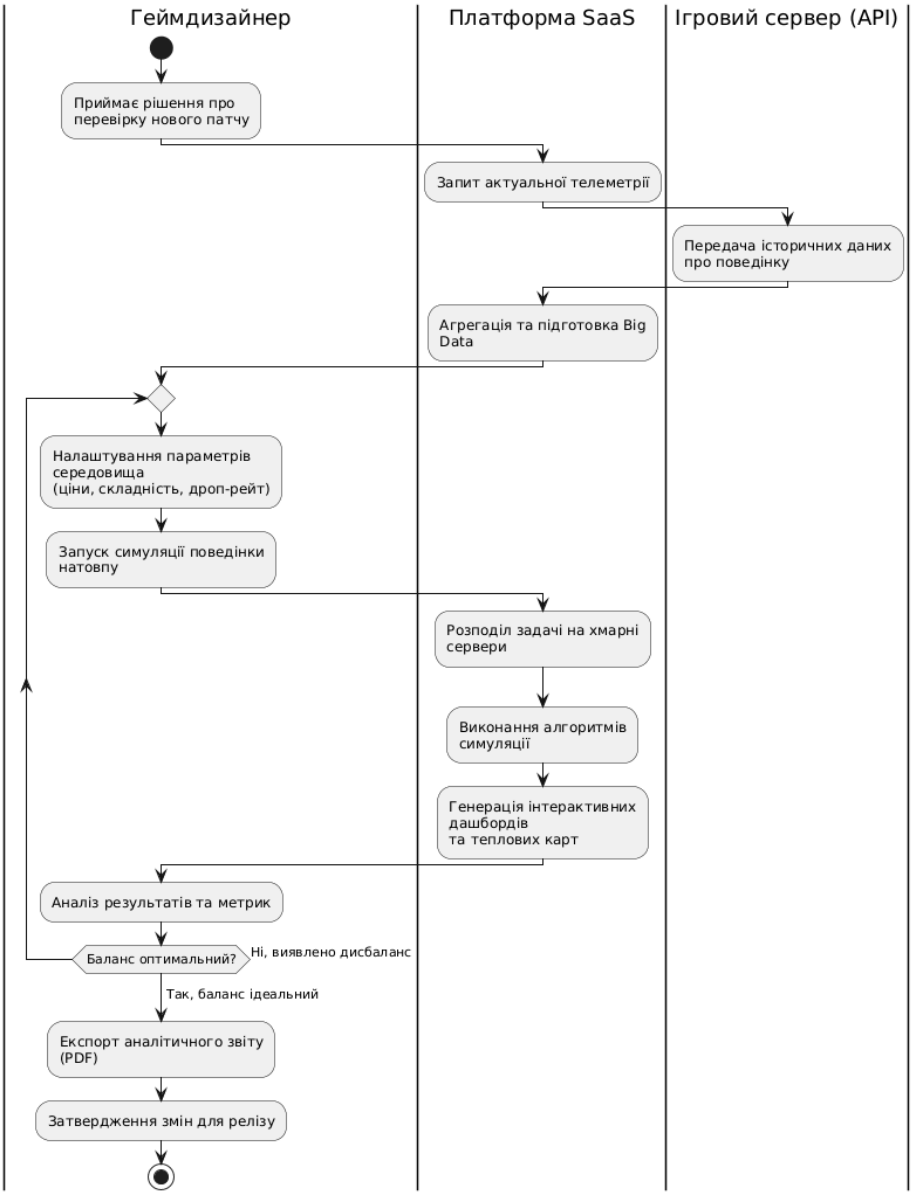


Рис. 1 Діаграма бізнес-процесу

Таким чином, теоретичне моделювання процесів у нотації BPMN дозволило формалізувати складну взаємодію між користувачем та хмарною інфраструктурою. Розроблена діаграма не просто ілюструє загальну послідовність дій, а безпосередньо фіксує критичні точки інтеграції між ігровим сервером, базою даних телеметрії та обчислювальним хмарним ядром. Замість реактивного виправлення помилок після релізу, студії отримують проактивний інструмент аналізу. Геймдизайнер стає здатним оцінити наслідки зміни ймовірності випадіння предметів чи вартості ігрової валюти в масштабах тисяч віртуальних сесій, спираючись на точні математичні прогнози.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation. John Wiley & Sons.
2. Object Management Group (OMG). (2013). Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2. Режим доступу: https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF
3. Seif El-Nasr, M., Drachen, A., & Canossa, A. (Eds.). (2013). Game Analytics: Maximizing the Value of Player Data. Springer. DOI: 10.1007/978-1-4471-4769-5

УДК 004.056:004.89

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗАХИСТУ ДАНИХ КОМПАНІЇ

Мельниченко В.В., науковий керівник, доцент. к.т.н. Вайганг Г.О.

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки та стрімкого зростання обсягів даних питання інформаційної безпеки набувають особливої ваги. Веб-ресурси компаній виступають ключовими елементами бізнес-інфраструктури, забезпечуючи взаємодію з клієнтами, обробку транзакцій та зберігання критично важливої інформації. Водночас активне використання автоматизованих інструментів збору даних створює нові виклики для забезпечення захисту інформаційних ресурсів, що зумовлює необхідність розробки ефективних методів оцінювання та підвищення рівня їх захищеності.

Актуальність теми зумовлена цифровізацією бізнесу та переходом послуг у сферу e-commerce, унаслідок чого дані стали стратегічним ресурсом і фактором конкурентоспроможності компаній [1]. Несанкціонований автоматизований збір інформації, зокрема через веб-скрепінг, може призводити до відтоку клієнтів і значних фінансових втрат [2]. Розвиток штучного інтелекту посилює попит на дані, стимулюючи їх масове вилучення з веб-ресурсів, часто з порушенням правил доступу [3]. Водночас базові механізми захисту залишаються недостатньо ефективними проти сучасних засобів автоматизації [4].

Метою дослідження є комплексний аналіз вразливостей сучасних веб-додатків до несанкціонованого автоматизованого збору даних, а також розробка підходів до їх виявлення й оцінювання. У межах роботи передбачається створення та апробація експертної системи, яка забезпечує моделювання процесів етичного скрепінгу з метою ідентифікації слабких місць у механізмах захисту, оцінювання ризиків витоку інформації та формування рекомендацій щодо підвищення рівня інформаційної безпеки.

Об’єктом дослідження виступають процеси забезпечення інформаційної безпеки корпоративних веб-ресурсів, а також архітектурні та програмні засоби захисту від несанкціонованого автоматизованого доступу до даних, включаючи сучасні підходи до автоматизованого збору інформації, методи імітації поведінки користувачів і механізми протидії таким загрозам у веб-орієнтованих системах.

Практичне обґрунтування та результати попередніх досліджень. Практичним підтвердженням високого рівня вразливості навіть великих національних веб-платформ є результати проведеного дослідження на базі українського маркетплейсу auto.ria.com. У межах експерименту встановлено, що архітектурні особливості веб-додатку дозволяють автоматизованим системам здійснювати масовий збір даних без істотних обмежень. З використанням розроблених програмних засобів було сформовано вибірку обсягом близько 337 тис. записів про вживані автомобілі протягом 24 годин, що свідчить про високу пропускну здатність механізмів доступу до даних. Середня швидкість екстракції становила близько 3,9 сторінки за секунду, що підтверджує недостатню ефективність обмежень на рівні серверної обробки запитів. Підтвердженням цих показників є відкритий репозиторій з вихідним кодом проєкту, розміщений на платформі GitHub [5].

Отримані результати свідчать, що навіть без повного доступу до внутрішніх API можливий масштабний збір відкритих і напіввідкритих даних, що створює суттєві ризики для інформаційної безпеки підприємств.

Додатковий аналіз виявив критичні вразливості, пов’язані з використанням авторизованих сесій, оскільки програмне відтворення процесу автентифікації (зокрема через сесійні ідентифікатори або cookies) забезпечує доступ до розширених наборів даних, що свідчить про ризик значного витоку інформації у разі компрометації навіть одного облікового запису.

Для оцінювання рівня захищеності веб-додатків запропоновано концептуальну модель експертної системи, яка інтегрує модулі збору та аналізу даних, виявлення аномальної активності, оцінювання ризиків і формування рекомендацій, забезпечуючи комплексний аудит веб-ресурсів і підтримку прийняття обґрунтованих управлінських рішень (рис. 1).



Рис. 1 Концептуальна модель експертної системи оцінки захищеності веб-ресурсів

Запропонована модель реалізує системний підхід до оцінювання захищеності веб-ресурсів та підвищує ефективність виявлення і попередження потенційних загроз інформаційній безпеці.

Висновок. У результаті дослідження підтверджено актуальність проблеми оцінювання захищеності веб-ресурсів від автоматизованого збору даних. Встановлено, що сучасні засоби автоматизації створюють значні ризики витоку інформації, тоді як традиційні механізми захисту є недостатньо ефективними. Обґрунтовано доцільність застосування експертних систем для виявлення вразливостей, оцінювання ризиків та підвищення рівня інформаційної безпеки веб-додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Economic Forum. Data is a new asset class [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: https://www.weforum.org/.
2. Imperva. Bad Bot Report 2023 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: https://www.imperva.com/resources/reports/2023-Imperva-Bad-Bot-Report.pdf.
3. Organisation for Economic Co-operation and Development. Data-driven innovation for growth and well-being [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.oecd.org/.
4. European Union Agency for Cybersecurity. Threat Landscape 2024: Web-based attacks [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://www.enisa.europa.eu/.
5. Власний практичний репозиторій (Підтвердження експерименту з Auto.Ria): Source code for automated data extraction from auto.ria. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://github.com/bontonent/auto-ria.

УДК 004.9

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СФЕРІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ ІТ-КОМПАНІЙ

Полянський Б.В., науковий керівник Голуб Б.Л.

Актуальність

Сучасний ІТ-бізнес потребує переходу від простої фіксації сервісних візитів до їхнього багатовимірного аналізу для виявлення прихованих закономірностей. Необхідність в СППР зумовлена потребою автоматизації оцінки ефективності роботи підрозділів та персоналу, що складно реалізувати в реальному часі за допомогою звичайних транзакційних баз даних через великі обсяги інформації. Використання технологій сховищ даних та OLAP забезпечує високу швидкість обробки запитів, що є критичним для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо оптимізації сервісних процесів.

Мета роботи

Мета роботи — підвищення ефективності управління сервісною службою ІТ-компанії шляхом розробки СППР на основі технологій сховищ даних. Кінцевим результатом є програмне рішення, що дозволяє керівнику здійснювати моніторинг KPI у реальному часі, оцінювати рентабельність персоналу та візуалізувати аналітику для прийняття управлінських рішень.

Архітектура системи

Архітектура розроблюваної системи базується на клієнт-серверній технології та складається з двох логічних рівнів: оперативного (OLTP) та аналітичного (OLAP).

На рис. 1 зображено фізичну архітектуру системи, яка складається з наступних вузлів: сервер бази даних, сервер сховища даних, робоча станція аналітика, робоча станція керівника компанії, робоча станція користувача системи обслуговування.



Рис. 1 Архітектура системи

Функціонування системи відбувається наступним чином:

1. Збір даних. На робочих станціях клієнтів та працівників служби підтримки встановлено клієнтське програмне забезпечення «ІС обліку обслуговування клієнтів компаній ІТ». Ця програма забезпечує введення, редагування та первинну обробку даних, які зберігаються на сервері оперативної бази даних (OLTP).

2. Консолідація. За допомогою ETL-процесів (Extract, Transform, Load) дані з оперативної БД регулярно вивантажуються, очищуються та переносяться на сервер сховища даних.

3. Аналіз. На сервері сховища розгортається багатовимірна база даних (OLAP-куб), яка агрегує інформацію для швидкого аналізу. Аналітик зі свого робочого місця, використовуючи спеціалізовані модулі, формує запити до куба та налаштовує звітність.

4. Прийняття рішень. Керівник компанії отримує доступ до візуалізованої аналітичної звітності (дашбордів, графіків, KPI), що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо ефективності роботи підрозділів та якості обслуговування.

Структура сховища даних. Центральне місце у системі посідає сховище даних, побудоване за архітектурою «зірка», що забезпечує багатовимірне представлення інформації. На рис. 2 представлена структура сховища даних.

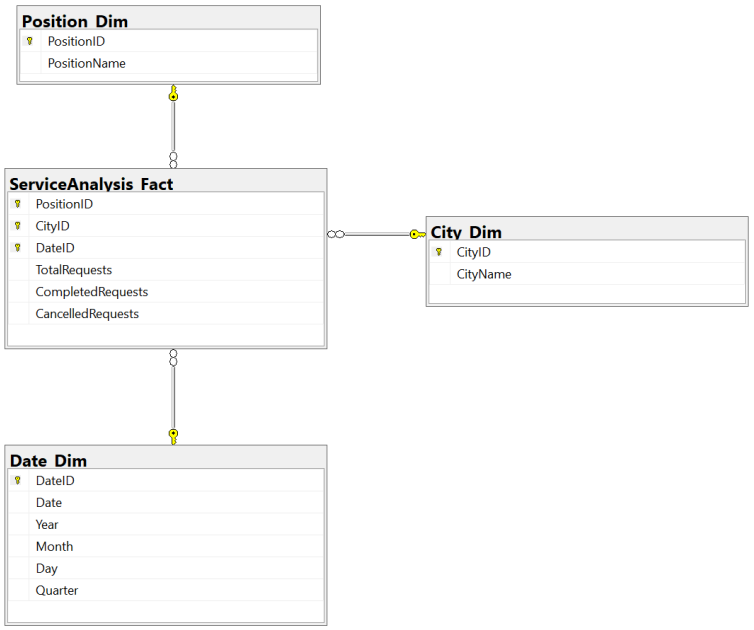


Рис. 2 Діаграма сховища даних

Таблиця фактів ServiceAnalysis_Fact містить кількісні показники: загальна кількість заявок (TotalRequests), кількість виконаних заявок (CompletedRequests) та кількість скасованих заявок (CancelledRequests) . Це дозволяє аналізувати сервісний процес у розрізі трьох вимірів:

1. Персонал (Position_Dim): аналіз продуктивності різних категорій працівників;
2. Локація (City_Dim): оцінка завантаженості підрозділів у різних містах;
3. Час (Date_Dim): відстеження динаміки завантаженості за днями, місяцями та роками.

Завдяки такій структурі, розроблена система підтримки прийняття рішень може надати відповіді на наступні критичні питання:

- Яка кількість заявок в обраному підрозділі по категорії працівника за місяць та скільки з них було проведено або скасовано?
- Який підрозділ має найбільшу продуктивність у розрізі вказаного часового періоду?
- Яка категорія працівників виконує найбільшу кількість робіт у розрізі місяця та з якого підрозділу?
- Який підрозділ завершив найменшу та найбільшу кількість заяв на обслуговування за обраний місяць?

Висновки. Впровадження СППР на основі OLAP-куба дозволяє керівництву компанії оперативно отримувати аналітичну звітність та оцінювати ефективність роботи служби підтримки в різних розрізах. Використання розрахованих KPI, таких як рівень виконання заявок та продуктивність персоналу, забезпечує високу об’єктивність при прийнятті стратегічних управлінських рішень. Зокрема, детальний аналіз продуктивності підрозділів у розрізі міст дає змогу виявляти нерентабельні філії для їхньої подальшої оптимізації або закриття. Отримані аналітичні дані дозволяють точно

ідентифікувати відділи, де обсяг заявок перевищує можливості поточного штату, що є підставою для розширення штату та найму додаткових фахівців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cloud SQL документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
2. https://cloud.google.com/sql/docs.
3. Microsoft SQL документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
4. https://learn.microsoft.com/uk-ua/sql/?view=sql-server-ver16.
5. Нормалізація баз даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/en-us/office/troubleshoot/access/database-normalization-description.
6. SQL Server Analysis Services (SSAS) Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/en-us/analysis-services/.

УДК 004.8

МЕТОДИ ПОДОЛАННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ТОЧНОСТІ ТА КРОС-МОДАЛЬНОГО ВИРІВНЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ УКРАЇНОМОВНОГО КОНТЕНТУ

Канашков О.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В., к.е.н.

Аналіз сучасних SOTA-моделей, зокрема архітектури RoBERTa [1], вказує на те, що ефективність нейромережевих представлень критично залежить від обсягу навчальної вибірки та тривалості претренінгу. Проте при перенесенні цих архітектур на морфологічно складні мови, як-от українська, виникає проблема «англоцентричності». Це призводить до суттєвої деградації точності (за оцінками дослідників крос-лінгвальних систем, цей показник для слов'янських мов може сягати 12-18% порівняно з англійським сегментом). Основною причиною є обмежений словниковий бюджет моделі, яка змушена розподіляти параметри між багатьма мовами, що посилює проблему Out-Of-Vocabulary (OOV) при обробці ненормованої лексики та специфічних кризових неологізмів. Також традиційні системи аналізують текст ізольовано від візуального контексту, що призводить до втрати критично важливої інформації.

Мета роботи - обґрунтування концептуальної моделі, що усуває ці дефекти через адаптивну токенізацію, емотивне збагачення та крос-модальне вирівнювання.

Запропонована макроархітектура вирішує ключові проблеми аналізу даних за допомогою чотирьох компонентів:

1. *Адаптація до ненормованої лексики.* Використання алгоритму WordPiece [2] дозволяє розбивати суржик та нові терміни (наприклад, «бавовна», «волонтерка») на дрібні смислові частини. Це розв'язує проблему «невідомих слів» (OOV), зберігаючи точність моделі RoBERTa навіть при роботі зі специфічним мережевим сленгом.

2. *Інтеграція емотивного лексикону.* На базі когнітивних онтологій [3] система додає до математичних векторів «емоційне забарвлення» слів. Це допомагає моделі краще розпізнавати прихований сарказм та маніпулятивну тональність повідомлень.

3. *Крос-модальне вирівнювання.* Часто комп'ютер не розуміє, як картинка пов'язана з текстом [4]. Пропонується детектор на базі моделі CLIP, який шукає невідповідності між ними. Наприклад, він може помітити, коли старе фото руйнувань видають за нову подію (патерн «False Connection»). Система також «читає» текст безпосередньо з мемів чи скріншотів за допомогою OCR і порівнює його з описом, щоб знайти приховану брехню.

4. *Стійкість генералізації (Event Adversarial Neural Network).* Завдяки змагальній архітектурі EANN [5], модель вчиться розпізнавати загальні ознаки маніпуляцій, не «прив'язуючись» до конкретних назв міст чи дат. Це робить систему ефективною навіть під час появи абсолютно нових інфоприводів.

Для навчання та тестування системи використовується корпус даних, зібраний із Telegram, Twitter та онлайн-ЗМІ. Робота з ненормованою лексикою базується на ресурсах UA-GEC та UberText 2.0, а виявлення технік маніпуляцій - на спеціалізованих наборах даних, як-от UNLP 2025. Ефективність оцінюється за метриками F1-score, Accuracy та AUC.

Запропонована макроархітектура формує комплексну методологічну базу для глибокого аналізу україномовного контенту в кризових умовах. Інтеграція алгоритму WordPiece та емотивних онтологій успішно розв'язує проблему розпізнавання ненормованої лексики та суржику. Водночас поєднання крос-модального детектора CLIP зі змагальною архітектурою EANN забезпечує надійну ідентифікацію складних маніпулятивних патернів, які не залежать від конкретних інфоприводів.

Варто зазначити, що поточним обмеженням системи є «англоцентричність» базових ваг моделі CLIP, що може дещо знижувати якість вирівнювання для специфічного українського культурного контексту. Тому вектором подальших

досліджень стане донавчання (fine-tuning) візуального енкодера на локалізованих датасетах. Попри це, розроблена концепція має високу прикладну цінність: вона може бути ефективно інтегрована в автоматизовані системи моніторингу когнітивної безпеки для оперативного виявлення дезінформації у соціальних мережах (Telegram, Facebook) та агрегаторах новин.

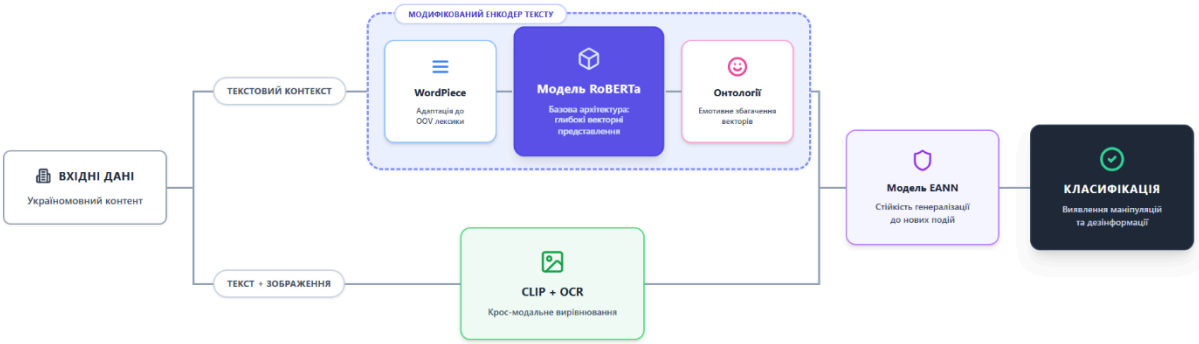


Рис. 1 Узагальнена архітектура запропонованої системи

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., Levy, O., Lewis, M., Zettlemoyer, L., & Stoyanov, V. (2019). RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.11692
2. Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Q. V., Norouzi, M., Macherey, W., Krikun, M., Cao, Y., Gao, Q., Macherey, K., Klingner, J., Shah, A., Johnson, M., Liu, X., Kaiser, Ł., Gouws, S., Kato, Y., Kudo, T., Kazawa, H., ... Dean, J. B. (2016). Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.1609.08144
3. Zhabotynska, S., & Brynko, A. (2022). Emotive lexicon of the political narrative: Ukraine and the West in Chinese media. *Cognition, Communication, Discourse*, (25), 89–118. https://doi.org/10.26565/2218-2926-2022-25-07
4. Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G., & Sutskever, I. (2021). Learning transferable visual models from natural language supervision. In *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning* (pp. 8748–8763). PMLR.
5. Wang, Y., Ma, F., Jin, Z., Yuan, Y., Xun, G., Jha, K., Su, L., & Gao, J. (2018). EANN: Event adversarial neural networks for multi-modal fake news detection. In *Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining* (pp. 849–857). https://doi.org/10.1145/3219819.3219903

УДК 004.738.5:004.89

ЕКСПЕРТНА МІКРОСЕРВІСНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Коноваленко Б. А., науковий керівник Вайганг Г. О.

Актуальність теми. У сучасній теорії інформаційних систем проблематика управління ресурсами в умовах невизначеності та динамічного попиту посідає ключове місце. Класичні монолітні архітектури вичерпують свої можливості щодо гнучкості та масштабування, що зумовлює об'єктивний перехід до децентралізованих (мікросервісних) моделей [1]. Водночас інтеграція механізмів штучного інтелекту, зокрема експертних підсистем, у розподілені середовища потребує розробки нових концептуальних моделей. Актуальність дослідження полягає у необхідності теоретичного обґрунтування архітектурного патерну, який поєднує ізольованість мікросервісів із централізованим механізмом логічного виведення для прийняття рішень в електронній комерції.

Мета дослідження – розробити теоретико-концептуальну модель та алгоритмічні засади експертної мікросервісної системи, здатної автоматизувати процеси прийняття управлінських рішень щодо розподілу ресурсів та ціноутворення.

Завдання дослідження:

1. Дослідити теоретичні засади декомпозиції монолітних систем електронної комерції на незалежні домени.
2. Сформувати концептуальну модель поведінки системи за допомогою методів об’єктноорієнтованого проєктування.
3. Розробити алгоритмічну базу експертного модуля (базу знань та механізм логічного виведення) для управління запасами.
4. Оцінити концептуальну стійкість та масштабованість запропонованої архітектурної моделі.

Об’єкт дослідження – процеси автоматизованого управління ресурсами у розподілених інформаційних системах.

Предмет дослідження – концептуальні моделі, архітектурні патерни та алгоритми логічного виведення експертної системи.

Методи дослідження. У роботі застосовано методи системного аналізу для декомпозиції предметної області, об'єктноорієнтованого моделювання (UML) для формалізації функціональних вимог та методи теорії штучного інтелекту (продукційні моделі) для проєктування бази знань експертної підсистеми.

Результати дослідження. Теоретичною основою розробленої системи є поєднання патерну децентралізованого управління даними (Polyglot Persistence), що забезпечує незалежність баз даних кожного мікросервісу [1], та продукційної моделі представлення знань. Експертний модуль базується на множині евристичних правил формату «ЯКЩО (умова) ТО (дія)». На відміну від жорстко закодованої бізнес-логіки, відокремлення механізму логічного виведення в автономний мікросервіс дозволяє динамічно модифікувати правила без впливу на процеси обробки транзакцій.

Для формалізації вимог та опису взаємодії між компонентами було побудовано концептуальну модель у вигляді діаграми прецедентів (Use Case Diagram), яка чітко розмежовує зони відповідальності акторів: Покупця, Менеджера та автономної Експертної підсистеми [3]. Ключовою теоретичною особливістю моделі є визначення неявних зв'язків між процесами: сценарії «Аналіз ринку» та «Динамічне ціноутворення» ініціюються системою на основі тригерів, концептуально розширюючи (<<extend>>) стандартний процес управління ресурсами [3]. Діаграму прецедентів зображено на рис. 1.

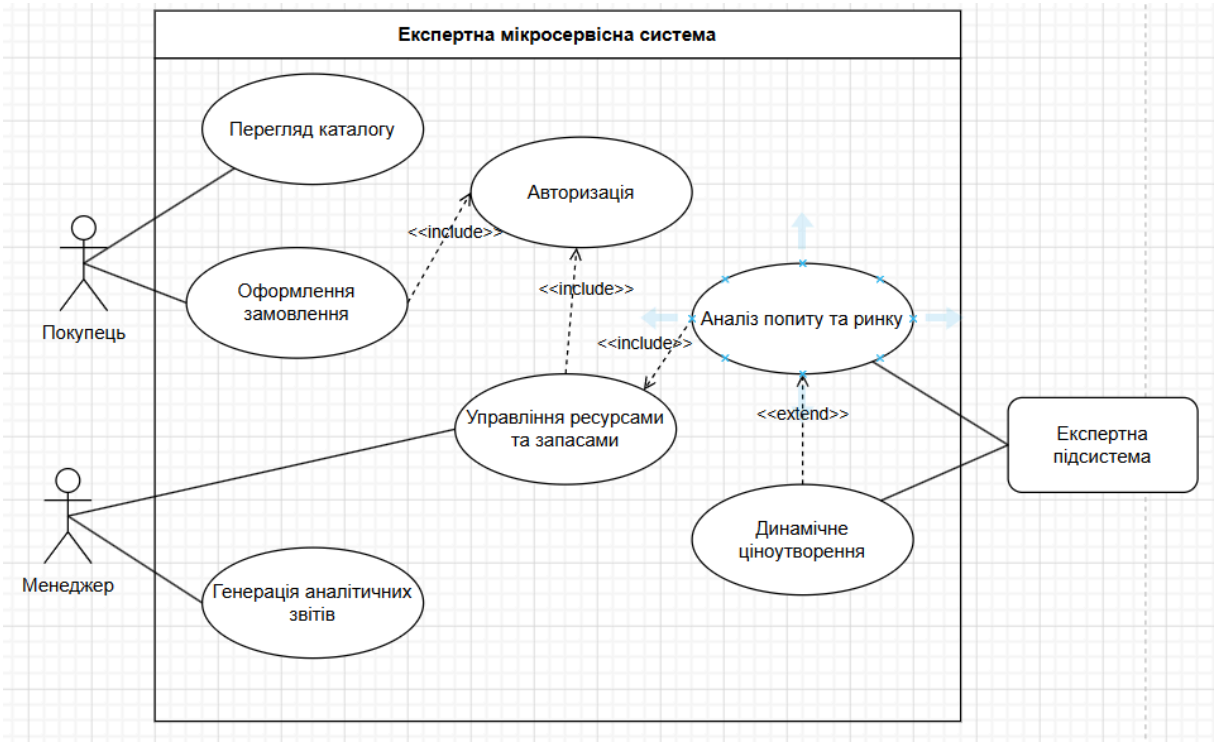


Рис. 1 Концептуальна модель (діаграма прецедентів) експертної системи

Запропонована розподілена логічна модель, що базується на принципах асинхронної комунікації між предметними доменами, гарантує високу відмовостійкість архітектури: системний збій у роботі аналітичного модуля не порушить базові транзакційні процеси оформлення замовлень [2].

Висновки. В результаті дослідження розроблено теоретичну модель експертної мікросервісної системи, яка формалізує процеси інтелектуального управління ритейлом. Визначені алгоритмічні засади роботи експертного модуля та побудовані UML-діаграми створюють надійний науковий базис для подальшої програмної реалізації та інтеграції математичних моделей прогнозування в сучасні e-commerce платформи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ньюмен С. Створення мікросервісів. Проєктування дрібномодульних систем. 2-ге вид. / Сем Ньюмен. – Київ: Фабула, 2022. – 352 с.
2. Форд Н. Архітектура програмного забезпечення: складні частини / Ніл Форд, Марк Річардс та ін. – О’Рейлі Медіа, 2021. – 432 с.
3. Тіллі С. Системний аналіз та дизайн. 13-те вид. / Скотт Тіллі. – Cengage Learning, 2025. – 576 с.

УДК 004.89:502.3

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ

Біба Д.С., науковий керівник Вайганг Г. О.

В умовах загострення екологічних проблем та посилення вимог до екологічної звітності підприємств особливої актуальності набуває підвищення ефективності обробки екологічної інформації. Традиційні підходи до екологічного менеджменту, що ґрунтуються на фрагментарній або ручній обробці даних, не забезпечують необхідного рівня оперативності, достовірності та адаптивності управлінських рішень, що зумовлює потребу у впровадженні інтелектуальних інформаційних систем [1, 3].

Сучасні підприємства функціонують в умовах багатофакторного екологічного моніторингу, який передбачає обробку значних обсягів даних щодо викидів, відходів та стану природних ресурсів. Відсутність інтегрованих програмних рішень призводить до ускладнення контролю виконання екологічних норм, затримок у формуванні звітності та зниження ефективності управління [1].

Метою дослідження є розроблення підходу до побудови експертної системи інтелектуального аналізу даних та її програмної реалізації для автоматизації моніторингу, аналізу й інтерпретації екологічної інформації з урахуванням вимог стандартів екологічного менеджменту. Об’єктом є процеси збору, обробки та використання екологічних даних на підприємстві, предметом – методи інтелектуального аналізу даних і засоби реалізації експертних систем. У роботі передбачено формалізацію вимог, розроблення архітектури, інтеграцію механізмів очищення та валідації даних і підтримку прийняття рішень на основі аналітичних показників.

Запропонована експертна система, програмна архітектура якої орієнтована на інтегрований підхід до обробки екологічних даних, забезпечує автоматизований збір інформації з зовнішніх джерел, її попередню обробку, аналітичний аналіз і формування звітності. Система спрямована на підтримку прийняття управлінських рішень на різних рівнях, що підвищує узгодженість оперативного та стратегічного управління підприємством [4, 5].

Для підвищення обґрунтованості прийняття рішень у системі реалізовано підхід до формування ключових показників ефективності (KPI), які відображають стан екологічних процесів. Інтегральний показник ефективності екологічного менеджменту може бути представлений як функціональна залежність від рівня викидів, ефективності утилізації відходів, частоти порушень та витрат на природоохоронні заходи, що дозволяє здійснювати кількісну оцінку стану підприємства та формувати рекомендації щодо його оптимізації.

Таблиця 1 – Основні KPI екологічного менеджменту підприємства

Показник	Характеристика	Інтерпретація
Рівень викидів (E)	Обсяг шкідливих викидів у довкілля	Чим менше значення, тим вищий рівень екологічної безпеки
Ефективність утилізації (U)	Частка перероблених або повторно використаних відходів	Зростання показника свідчить про ефективне управління відходами
Частота порушень (V)	Кількість зафіксованих екологічних порушень	Зменшення показника характеризує покращення екологічного контролю
Витрати на екологію (C)	Обсяг інвестицій у природоохоронні заходи	Оптимальне зростання показника свідчить про розвиток екологічної політики
Інтегральний показник (K)	Узагальнена оцінка екологічного стану підприємства	Використовується для комплексного аналізу та прийняття рішень

Формалізацію функціональних вимог до системи та її програмної архітектури виконано із застосуванням UML-методології. На рис. 1 наведено діаграму прецедентів експертної системи інтелектуального аналізу даних для екологічного менеджменту підприємств, яка відображає основні сценарії взаємодії користувачів із системою та дозволяє визначити межі її функціонування [3].

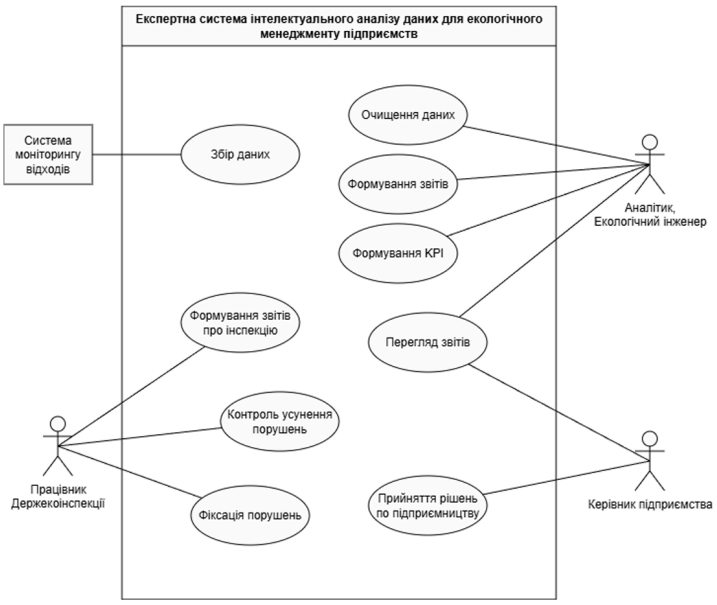


Рис. 1 Діаграма прецедентів експертної системи інтелектуального аналізу даних для екологічного менеджменту підприємств

Аналіз представленої діаграми свідчить, що система реалізує централізовану модель обробки даних із чітким розподілом функцій між внутрішніми та зовнішніми акторами. Така архітектура забезпечує узгодженість інформаційних потоків, зменшує затримки обробки та підвищує адаптивність системи до змін зовнішнього середовища.

Таким чином, отримані результати демонструють інтеграцію методів інтелектуального аналізу даних із системою KPI для оцінювання екологічного стану підприємства, що підвищує точність аналізу та обґрунтованість управлінських рішень. Запропонована система забезпечує автоматизацію ключових процесів, підвищує якість звітності та сприяє узгодженню діяльності підприємства з принципами сталого розвитку й екологічної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко Р. Ю. Геоінформаційні системи в екології : електронний підручник. Київ, 2022. 224 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051679.pdf.
2. What is Use Case Diagram – Visual Paradigm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/.
3. ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.iso.org/standard/60857.html
4. Bao, J., & Li, J. (2024). *Development of Intelligent Analysis and Visualization Software Tools for Environmental Monitoring Data*. 763–768. [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://doi.org/10.1109/peeec63877.2024.00143
5. Slipchenko, V., Poliahushko, L., & Kravchuk, D. (2024). Decision-making models for complex the eco-energy-economic monitoring system. *Kompûternì Sistemi Ta Ìnformacìjnì Tehnologìï*, *4*, 107–115. [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://doi.org/10.31891/csit-2024-4-13

УДК 004.89:004.94:621.791.75

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРУ ПАРАМЕТРІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ 3D-ДРУКУ

Горбач М.О., науковий керівник Вайганг Г.О.

Сучасні технології адитивного виробництва, зокрема 3D-друк, активно застосовуються у промисловості, медицині та інженерії [1, 3]. Висока варіативність технологічних параметрів процесу друку, таких як температура екструзії, швидкість подачі матеріалу, товщина шару та інші, істотно впливає на якість кінцевого виробу [3]. У зв'язку з цим актуальним є створення інтелектуальних систем, здатних здійснювати аналіз, прогнозування та оптимізацію параметрів процесу 3D-друку на основі методів глибинного навчання [1, 2].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності та якості процесів 3D-друку шляхом автоматизації прийняття рішень [2, 4]. Традиційні підходи до налаштування параметрів базуються на емпіричних залежностях та досвіді оператора, що не забезпечує стабільності результатів [3]. Використання інтелектуальних методів дозволяє формалізувати простір параметрів, врахувати їх нелінійні взаємозв'язки та забезпечити адаптивне керування процесом у реальному часі [1, 4, 5].

Особливої значущості набуває системний підхід до аналізу вхідних і вихідних параметрів процесу 3D-друку, що дозволяє здійснити формалізацію простору параметрів та побудувати узагальнену математичну модель функціонування інтелектуальної системи керування.

Метою дослідження є формалізація простору параметрів та побудова моделі інтелектуальної системи керування процесами 3D-друку на основі методів глибинного навчання, що передбачає проведення системного аналізу процесу з визначенням ключових вхідних і вихідних параметрів, формалізацію простору параметрів у вигляді математичної моделі, визначення структури інтелектуальної системи керування, розроблення моделі залежності між технологічними параметрами процесу та якісними характеристиками виробу, обґрунтування архітектури системи з використанням моделей глибинного навчання, а також формування профілю інтелектуальної системи на функціональному, інформаційному та алгоритмічному рівнях.

Результати дослідження. У результаті проведеного дослідження здійснено системний аналіз процесу 3D-друку як об'єкта керування, що дозволило виділити множину вхідних параметрів $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$, які характеризують технологічні режими, та вихідних характеристик $Y = \{y_1, y_2, ..., y_m\}$, що відображають якість виготовленого виробу.

Формалізація процесу здійснюється у вигляді відображення вектора вхідних параметрів у простір вихідних характеристик, що забезпечує узагальнений математичний опис їх взаємозв'язків. На цій основі запропоновано модель у вигляді нелінійної залежності $Y = F_\theta(X, E)$, де F_θ – інтелектуальна модель на основі методів глибинного навчання, а E – зовнішні збурення та фактори середовища. Додатково враховано обмеження процесу у вигляді області допустимих рішень $X \in \Omega$.

Побудована узагальнена модель інтелектуальної системи керування доповнена контурами навчання та зворотного зв'язку, що забезпечують уточнення параметрів на основі експериментальних даних шляхом мінімізації функції втрат $L(\hat{Y}, Y)$. Це дозволяє реалізувати механізм самонавчання та підвищити точність прогнозування. Формалізовану модель системи представлено на рис. 1, де відображено взаємозв'язок між параметрами процесу, інтелектуальною моделлю та вихідними характеристиками з урахуванням збурень, обмежень і керування в реальному часі.

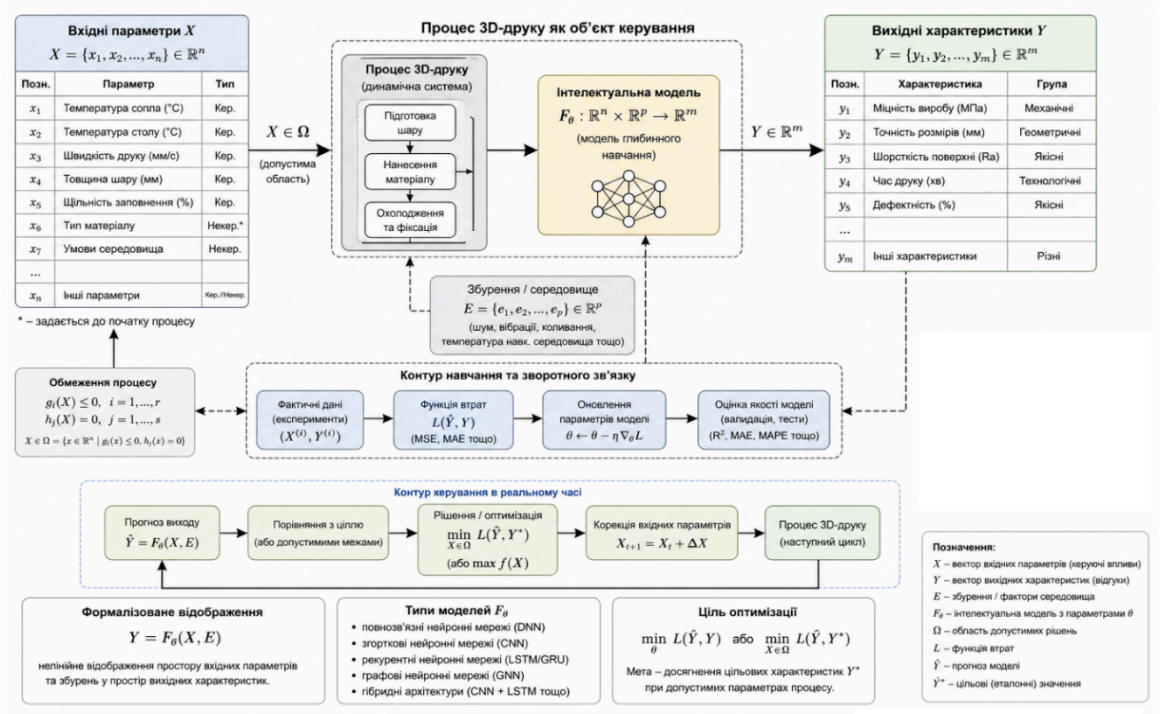


Рис.1 Формалізована модель відображення параметрів $X \to Y$ у процесі 3D-друку

Примітка: рисунок побудовано з використанням технологій штучного інтелекту.

Запропонований підхід дозволяє враховувати багатовимірний і нелінійний характер процесу 3D-друку, інтегрувати методи глибинного навчання у прийняття рішень та забезпечити адаптивну оптимізацію технологічних параметрів. У результаті дослідження здійснено формалізацію простору параметрів і розроблено модель інтелектуальної системи керування, що сприяє підвищенню якості продукції та зниженню ресурсних витрат. Отримані результати можуть бути використані для створення адаптивних систем керування адитивним виробництвом відповідно до сучасних вимог цифровізації та інтелектуалізації виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aktepe E., Ergün U. Machine Learning Approaches for FDM-Based 3D Printing: A Literature Review // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 18. – Art. 10001. – DOI: 10.3390/app151810001.
2. Rojek I., Mikołajewski D., Kempiński M., Galas K., Piszcz A. Emerging Applications of Machine Learning in 3D Printing // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15. – Art. 1781. – DOI: 10.3390/app15041781.
3. Kumar S., Gopi T., Harikeerthana N. et al. Machine learning techniques in additive manufacturing: a state-of-the-art review on design, processes and production control // Journal of Intelligent Manufacturing. – 2023. – Vol. 34. – P. 21–55. – DOI: 10.1007/s10845-022-02029-5.
4. Maranco M., Sivakumar M., Krishnaraj N., Ivaturi K. A., Nidhya R. Digital Twin-Enabled Smart Manufacturing // Artificial Intelligence-Enabled Digital Twin for Smart Manufacturing / eds. A. K. Tyagi et al. – 2024. – DOI: 10.1002/9781394303601.ch21.
5. Shaikhnag A. et al. 3D Printing Trends for 2025: Executive Survey of Leading Additive Manufacturing Companies // 3D Printing Industry. – 2025. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://3dprintingindustry.com

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ТОВАРІВ В ОНЛАЙН-МАГАЗИНАХ

Ломако Я.М., науковий керівник Кириченко В.В.

Актуальність теми. У сучасних умовах глобалізації та високої конкуренції ринку традиційні методи управління товарними запасами стають недостатньо ефективними. Для підприємств електронної комерції критично важливим стає не просто наявність веб-ресурсу, а впровадження інтелектуальних систем прийняття рішень, що базуються на обробці великих масивів історичних даних для знаходження патернів і зав'язків між ними. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переходу від ручного управління до автоматизації прогнозування споживчої поведінки. Використання методів машинного навчання дозволяє мінімізувати логістичні ризики, оптимізувати оборотність капіталу та забезпечити високу точність планування в умовах невизначеності, що є ключовим чинником розвитку бізнесу. Швидкість прийняття рішень визначає життєздатність компанії, актуальність теми також підкріплюється можливістю конвертувати сирі дані у реальну ринкову перевагу. Перехід до автоматизованого прогнозування на основі Machine Learning дозволяє підприємствам електронної комерції вийти за межі простої екстраполяції минулих продажів, враховуючи приховані чинники: сезонність, маркетингову активність, зміну трендів та інших у реальному часі. Це створює надійне підґрунтя для оптимізації закупку товарів, вивільнення заморожених активів у неліквідних залишках та підвищення рівня лояльності клієнтів завдяки постійній наявності потрібного товару, що зрештою максимізує прибутковість бізнесу.

Мета дослідження – розробка програмного забезпечення для аналізу та прогнозування попиту, що інтегрує методи машинного навчання для оптимізації стратегічного планування в онлайн-продажів.

Програмна реалізація аналітичного середовища. Для виконання завдань інтелектуального аналізу та побудови прогнозних моделей було обрано стек технологій, орієнтований на роботу з даними (Data Science) та відтворюваність досліджень.

Мова програмування: Основним інструментом розробки обрано мову Python. Даний вибір обумовлений наявністю розвиненої екосистеми аналітичних бібліотек, що відповідають за математичну логіку. Завдяки високому рівню абстракції, Python дозволяє реалізувати складну математичну логіку очищення даних від аномалій та заповнення пропусків, що є критично важливим для отримання коректних результатів аналізу і прогнозування у сфері електронної комерції [1]. Використання бібліотек Pandas та NumPy дозволяє ефективно структурувати історію продажів, ці бібліотеки спеціально розроблена для швидкої та гнучкої маніпуляції структурованими даними [2]. Завдяки використанню бібліотек Statsmodels та SciPy, які надають інструменти для виявлення сезонності та виявлених трендів. Для безпосереднього прогнозування обсягів майбутнього продажу застосовуються алгоритми машинного навчання з бібліотеки Scikit-learn ця бібліотека дозволяє системі здійснювати безпосереднє прогнозування обсягів майбутнього продажу, спираючись на виявлені закономірності в історичних даних. Завдяки широкому спектру алгоритмів, таких як регресійний аналіз або дерева рішень, Scikit-learn допомагає знаходити приховані патерни та зв'язки між різними характеристиками товарів і поведінкою покупців [3]. Можливе додавання фреймворку PyTorch відкриває можливості для застосування нейронних мереж, для аналізу надскладні патерни споживання на основі Big Data.

Інтерактивна аналітика та візуалізація: Основним інтерфейсом для дослідження та представлення результатів обрано середовище Jupyter Notebook. Це дозволяє створювати інтерактивні аналітичні звіти, де програмний код поєднується з

візуалізацією графіків у реальному часі що забезпечує прозорість процесу дослідження. Використання Jupyter забезпечує можливість гнучкого налаштування параметрів прогнозних моделей в реальному часі, проведення аналізу даних та наочної демонстрації отриманих закономірностей без необхідності розробки статичного інтерфейсу користувача [4].

Інфраструктура джерел даних: Основним масивом інформації для дослідження є датасети у форматі **CSV** або **XLSX**, що містять історію транзакцій, характеристики товарів та часові мітки продажів. Ці формати виступають надійним стандартом для передачі структурованої інформації. Використання стандартизованих джерел також спрощує процес валідації та попередньої обробки даних у середовищі Python забезпечуючи високу швидкість завантаження та трансформації інформації, що є необхідною умовою для побудови точних моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Python Software Foundation [Електронний ресурс]: «Python Documentation». – Режим доступу: https://docs.python.org/ (дата звернення: 20.04.2026).
2. Pandas Documentation [Електронний ресурс]: «Pandas: powerful Python data analysis toolkit». – Режим доступу: https://pandas.pydata.org/docs/ (дата звернення: 20.04.2026).
3. Scikit-learn Documentation [Електронний ресурс]: «Scikit-learn: Machine Learning in Python». – Режим доступу: https://scikit-learn.org/ (дата звернення: 20.04.2026).
4. Project Jupyter [Електронний ресурс]: «Jupyter Notebook Documentation». – Режим доступу: https://docs.jupyter.org/ (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 004.41:614.2

АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ПАЦІЄНТІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ЗАПИСАМИ

Музиченко А.А., науковий керівник Панкратьєв В.О.

Вступ. Сучасний етап розвитку HealthTech потребує переходу від пасивного збереження медичних даних до активного прогнозування ризиків. Актуальність дослідження полягає у розробці інтелектуальної архітектури ІС, яка на основі електронних медичних записів (EHR) здатна виявляти аномалії та пропонувати стратегії лікування. Ключовим викликом є поєднання реляційної структури даних із гнучкими об'єктно-орієнтованими патернами для забезпечення масштабованості системи.

Постановка задачі. Метою роботи є проектування та реалізація модулів інформаційної системи, що забезпечують аналіз стану здоров'я в реальному часі через інтеграцію ER-моделювання та шаблонів проектування GoF.

Результати дослідження. Наукова новизна роботи полягає у розробці цілісної архітектури системи, що базується на наступних етапах:

Інфологічне проектування. Побудовано логічну модель бази даних у вигляді ER-діаграми (Рис. 1), що відображає структуру медичної інформаційної системи. Архітектура базується на 8 взаємопов'язаних сутностях. Основний блок складається з даних про пацієнтів (Patients), лікарів (Doctors) та адміністраторів (Administrators), взаємодія між якими реалізується через медичні карти (Medical_Cards). Клінічна історія, встановлені діагнози (Diagnoses) та призначене лікування (Prescriptions) акумулюються у медичних картах. Наукова новизна проекту реалізована через впровадження таблиць показників здоров'я (Health_Indicators) та прогнозів стану здоров'я (Health_Forecasts). Це дозволяє системі не лише зберігати статичні записи, а й здійснювати динамічний моніторинг параметрів пацієнта для подальшого інтелектуального прогнозування ризиків, що є фундаментом магістерського дослідження.

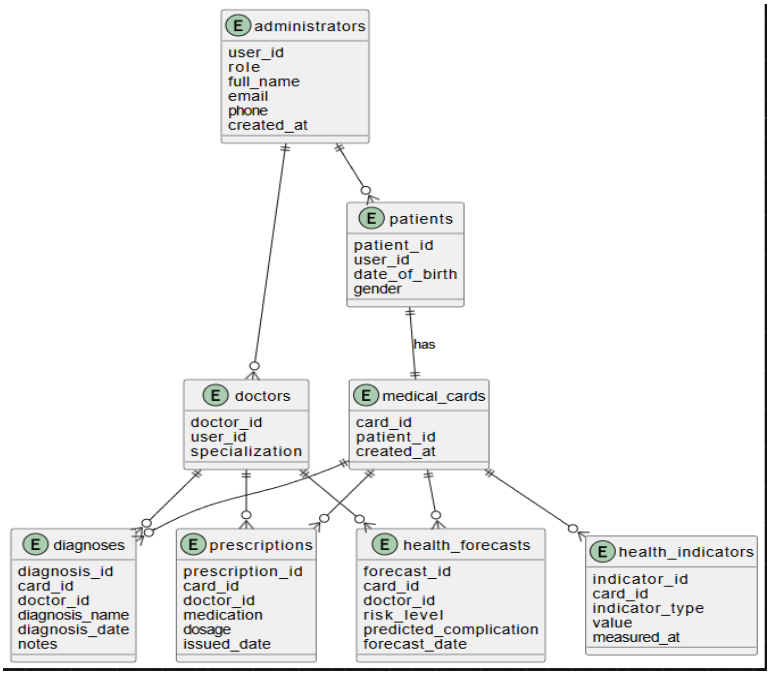


Рис. 1 ER-діаграма бази даних інформаційної системи

Програмна реалізація та патерни. На основі розробленої моделі даних реалізовано програмні модулі (C#). Для обробки бізнес-логіки використано патерни:

- **Strategy:** для вибору алгоритмів аналізу ризиків залежно від спеціалізації лікаря.
- **Observer та State:** для автоматичного моніторингу статусу пацієнта та розсилки сповіщень при виявленні критичних відхилень у медичній карті.
- **Composite:** для побудови ієрархічної структури медичного закладу (відділення, персонал).

Рефакторинг та чистота коду. Проведено оптимізацію взаємодії рівнів доступу до даних (DAL), що дозволило позбутися надмірної зв'язності та підвищити швидкість генерації прогнозів.

Висновки. Поєднання деталізованого ER-моделювання з гнучкими архітектурними патернами дозволило створити систему, що не лише автоматизує документообіг, а й стає інструментом підтримки прийняття клінічних рішень. Це забезпечує високу точність аналізу та персоналізацію медичної допомоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гамма Е. Патерни об'єктно-орієнтованого проєктування. 2021. 368 с.
2. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КУПІВЛІ-ПРОДАЖУ КРИПТОВАЛЮТИ

Литвин В.С., науковий керівник Панкратьєв В.О.

На сьогоднішній день крипто валюта стала помітною частиною цифрової економічної системи, через те що зростає інтерес людей до сервісів, що дозволяють відстежувати курси, аналізувати зміни ринку та виконувати операції купівлі й продажу цифрових активів. На практиці користувачам інколи доводиться працювати відразу з кількома сервісами: окремо переглядати курси монет, окремо вести облік крипто гаманця , окремо шукати можливості для обміну. Такий підхід як на мене є незручним, оскільки інформація розбивається між різними платформами, а прийняття рішень ускладняється. Саме тому актуальним є створення єдиної інформаційної системи, яка б поєднувала основні функції роботи з крипто валютою в одному мобільному застосунку.

У межах дипломної роботи, на разі розробляється мобільний застосунок LITVIN BALANCE, який призначений для підтримки процесів купівлі та продажу крипто валюти. Застосунок є орієнтований на платформу Android. Програмна частина реалізується мовою Kotlin, а для побудови інтерфейсу застосовується XML. База даних SQLite використовується для локального збереження даних користувачів, заявок, статусів верифікації та крипто гаманця. Для отримання актуальних курсів крипто валют наразі здійснюється через Binance API, це дає можливість працювати з реальними даними ринку крипто валюти та будувати аналітичні залежності на їх основі.

Практична цінність системи полягає в тому, що вона об’єднує в одному програмному продукті одразу кілька важливих можливостей. Користувач може зареєструвати обліковий запис, пройти KYC-верифікацію, переглядати поточні курси криптовалют, створювати заявки на купівлю або продаж, працювати з P2P-оферами інших користувачів, контролювати стан власного криптогаманця та переглядати аналітичну інформацію. Окрему роль у системі виконує адміністратор, який має розширені права доступу. Зокрема, адміністратор може переглядати всі заявки, виконувати фільтрацію, підтверджувати або відхиляти заявки користувачів, а також обробляти KYC-запити.

Для логістики системи проєкту важливим елементом є контроль доступу до торгових операцій користувачів. У програмі було передбачено, що користувач без підтвердженої KYC верифікації, не може створити свої власні заявки на купівлю або продаж крипто валюти. Це зменшує ризик появи неправдивих записів і підвищує загальний рівень надійності всієї системи. Після створення заявки, вона автоматично зберігається в системі та отримує відповідний статус. Надалі вона буде переглянута після чого, підтверджена або відхилена адміністратором.

Архітектура проєкту модульна. Це дозволяє логічно розбити функціональність програми на окремі підсистеми та спростити подальшу підтримку системи. Ядром є пакет UI, який обробляє всі вкладки, форми, списки, картки програм та інші візуальні компоненти. Пакет auth використовується для реєстрації, входу та керування сеансами. TradeRequests пакет дає можливість логіки створення/редагування/підтвердження. Rates пакет забезпечує актуальні курси монет з зовнішнього сервісу. Пакет Wallet надає функціонал для роботи з крипто-гаманцем користувача. Пакет KYC виконує перевірку даних. Пакет Analytics використовується для створення графіків для кіно та адміністратора. Пакет Database дає змогу працювати з локальною базою даних SQLite. Utils включає в себе утиліти та хелпери для форматування і обробки даних.

Діаграма пакета показує, що основним центральним елементом взаємодії системних модулів є пакет UI; вона показує, що користувач може створювати взаємодію між модулями через UI через авторизацію, додатки, крипто гаманець, аналітику та KYC. Пакет Auth є пов'язаним з пакетами Rates та Database, оскільки процес

авторизації потребує даних користувача та додаткової інформації. Пакет Analytics використовує Rates, Database та Utils; це дає вам можливість отримати доступ до ринкових даних, доступ до локальної бази даних та виконувати додаткову роботу з отриманими результатами. Пакет TradeRequests використовує Rates, Database та Utils для врахування валютних курсів, локальних записів та службових функцій для формування та виконання заявок. Пакет Wallet використовує Database та Utils для врахування активів користувача. Пакет KYC пов'язаний з Database та Utils для обробки та перевірки даних верифікації. Пакет Rates використовує Utils для форматування та отримання значень для відображення в інтерфейсі.

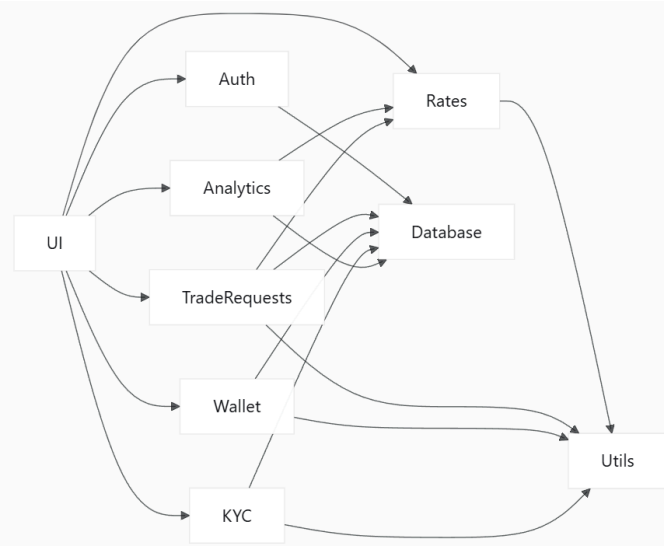


Рис. 1 Діаграма пакетів системи LITVIN BALANCE

Процес купівлі-продажу криптовалюти в системі реалізований як послідовний життєвий цикл програми. Користувач формує заявку, вказуючи тип транзакції, монету, суму активу, яку він надає, та суму, яку очікує отримати. Деякі значення можуть бути автоматично конвертовані відповідно до поточного обмінного курсу. Адміністратор має можливість переглядати всі створені заявки, використовувати фільтри за монетою, типом та статусом транзакції, а також підтверджувати або відхиляти їх. Під час свого візиту звичайний користувач може переглядати підтверджені P2P-пропозиції, сортувати їх за ціною, виконувати фільтр за монетою та виконувати потрібну операцію без створення окремої зустрічної заявки.

Таким чином, інформаційна система LITVIN BALANCE – це комплексне програмне рішення для підтримки операцій купівлі-продажу та крипто валюти в мобільному середовищі. Програма розроблена з використанням інструментів авторизації, верифікації користувачів, роботи з додатками, інтеграції з курсами крипто валют, ведення крипто гаманця та побудови аналітичної інформації. Використання такої системи дозволяє спростити доступ до ринкових даних, зробити процес створення та виконання транзакцій зручнішим та оптимізованими, а також підвищити ефективність роботи користувача з крипто валютними активами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008.
2. Binance Developers. Binance Spot API Documentation. URL: https://developers.binance.com/docs/binance-spot-api-docs (дата звернення: 25.04.2026).
3. Android Developers. Build your first app. URL: https://developer.android.com/ (дата звернення: 25.04.2026).

УДК 004.8:378.147

ПІДГОТОВКА ДАНИХ ТА ВІДБІР ОЗНАК ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ МЕТОДАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Олійник В.О.

Сучасні підходи до прогнозування успішності студентів використовують не лише статистичні методи, а й методи на основі моделей машинного та глибокого навчання. Незалежно від вибору методів та моделей для реалізації системи, попередньо повинні бути отримані та належним чином підготовлені дані для аналізу. У той час як переважна більшість наукових робіт описує новітні методи та моделі, які мають більш високу точність, досить незначна увага приділяється підготовці даних, які використовуються для навчання моделей. Тому методологічну цінність представляє детальний розгляд підготовки даних та відбору ознак, щоб забезпечити високі результати прогнозування розроблених моделей.

Як вихідне джерело даних був використаний набір даних OULAD (Open University Learning Analytics Dataset). Цей набір даних був обраний через публічну доступність, велику кількість якісних даних та часте використання у наукових працях, пов’язаних з прогнозуванням академічної успішності. OULAD містить анонімізовану інформацію про активність 32 593 студентів за 22 курсами у період з 2013 по 2014 рр.[1] Дані представлені у вигляді 7 пов’язаних реляційних таблиць, що містять інформацію про демографічні характеристики студентів, дані про їхню взаємодію з навчальною платформою (кліки, перегляди матеріалів), результати проміжних і підсумкових оцінювань за різними навчальними модулями. Для подальшої роботи були відібрані таблиці *studentInfo*, *studentAssessment, studentRegistration*, *assessments ma courses* як такі, що містять найбільш релевантні для прогнозування поля.

На етапі первинної підготовки виконано бінаризацію цільової змінної *final_result*: клас «Ризик» об'єднує результати Fail та Withdrawn (1), клас «Успіх» — Pass та Distinction (0). Це перетворило задачу з 4-класової класифікації на бінарну відповідно до головної мети системи — виявлення студентів, що потребують підтримки. Розподіл класів є збалансованим («Успіх» — 52,8%, «Ризик» — 47,2%), що виключає необхідність застосування алгоритмів балансування. Паралельно виконано об'єднання п'яти вихідних таблиць в єдиний набір даних з агрегацією показників по кожному студенту та синтезом дев'яти нових ознак: *mean_score*, *min_score*, *max_score*, *std_score*, *num_assessments*, *num_submitted*, *mean_days_early*, *num_late_submissions*, *tma_mean_score*.

Під час виконання статистичного аналізу даних було проведено аналіз демографічних та академічних характеристик студентів та побудовано гістограми та стовпчикові діаграми для візуального ознайомлення з даними. Далі було розраховано коефіцієнт кореляції Пірсона між кожною ознакою та цільовою змінною, а також побудовано повну матрицю кореляції Пірсона для визначення мультиколінеарності між ознаками з метою видалення таких, які мають сильну лінійну залежність між собою та можуть негативно повпливати на результати прогнозування системи [2]. Зокрема, такими ознаками виявилися (коефіцієнт кореляції $|r| > 0{,}85$): *num_submitted* та *num_assessments*, *tma_mean_score* та *mean_score*. Виявлені мультиколінеарні ознаки збережено у зв'язку з їхньою самостійною змістовою інтерпретованістю та потенційним внеском у прогностичну силу моделі.

В рамках передобробки даних було видалено колонки, які не несуть прогностичної цінності: *id_student*, *code_module*, *code_presentation*, *final_result*, *date_unregistration*. Після цього усі ознаки було розділено на числові та категоріальні та виконано окремий препроцесинг даних. Для числових ознак було використано

SimpleImputer(strategy='median'), який заповнює пропуски медіаною колонки, та *StandardScaler()*, який масштабує кожну колонку до нульового середнього і одиничного стандартного відхилення. Для категоріальних ознак було використано *SimpleImputer(strategy='most_frequent')*, який заповнює пропуски найчастішим значенням (модою), та *OneHotEncoder(handle_unknown='ignore', sparse_output=False)*, який перетворює кожну категорію на окрему колонку та повертає звичайний numpy-масив [3].

Після первинної підготовки даних було отримано 1 цільову змінну та 21 ознаку для навчання моделі. Список ознак збільшився до 50 після препроцесингу категоріальних змінних та виконання *one-hot encoding*. Сформований ознаковий простір з 50 змінних задовольняє емпіричному правилу машинного навчання: співвідношення кількості спостережень до кількості ознак становить ~650:1, що суттєво перевищує мінімально рекомендований поріг 10:1. Більш того, обраний набір ознак описує студента з різних сторін, надаючи моделі повну інформацію про демографічні характеристики та академічну успішність студента.

На останньому кроці результуючий набір даних було розділено на навчальну та тестову вибірки: 80% даних потрапили у навчальну вибірку, а 20% — у тестову. Важливо зазначити, що під час розділення набору даних було використано параметр *stratify*, який гарантує, що пропорція класів у навчальній та тестовій вибірках буде однаковою, та *random_state*, який гарантує, що при повторному запуску коду розділення буде ідентичним.

У роботі описано повний цикл підготовки даних та відбору ознак для побудови моделі прогнозування академічної успішності студентів на основі датасету OULAD. На першому етапі виконано об'єднання вихідних таблиць у результуючий набір даних та бінаризацію цільової змінної, що дозволило звести задачу до бінарної класифікації з двома збалансованими класами. Подальший статистичний аналіз виявив лінійні закономірності між ознаками, а синтез похідних змінних розширив ознаковий простір характеристиками навчальної поведінки студентів, недоступними у вихідних таблицях. На завершальному етапі передобробки усунуто пропущені значення та виконано нормалізацію числових змінних, що забезпечило коректність подальшого моделювання. У результаті сформовано навчальну вибірку з бінарною цільовою змінною та набором із 50 ознак, які є основою для порівняльного навчання і оцінки моделей машинного навчання на наступному етапі дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] N. S. Raj and R. V G, “Early prediction of student engagement in virtual learning environments using machine learning techniques,” *E-Learn. Digit. Media*, vol. 19, no. 6, pp. 537–554, Nov. 2022, doi: 10.1177/20427530221108027.

[2] E. Kalita, H. El Aouifi, A. Kukkar, S. Hussain, T. Ali, and S. Gaftandzhieva, “LSTM-SHAP based academic performance prediction for disabled learners in virtual learning environments: a statistical analysis approach,” *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 15, no. 1, p. 65, Jun. 2025, doi: 10.1007/s13278-025-01484-1.

[3] L. Azuela, H. Azuela, A. L. Felipe, A. Aragoncillo, and M. Eleazar, “From Data to Action: Narrative Benchmarking and Comparative Evaluation of Explainable AI-Driven Supervised Machine Learning Models for Academic Risk Prediction,” in *2025 IEEE International Conference on Emerging Trends in Engineering and Computing (ETECOM)*, Riffa, Bahrain: IEEE, Oct. 2025, pp. 1–7. doi: 10.1109/ETECOM66111.2025.11319004.

УДК 004.42

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ПРОДАЖІВ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА КІНОСЕАНСИ

Беттяр Н.Д., науковий керівник Голуб Б.Л.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для аналізу продажів квитків у кінотеатрі та прогнозування попиту на кіносеанси на основі історичних даних з метою підвищення ефективності управління розкладом і ресурсами кінотеатру.

Об’єктом дослідження є процеси продажу квитків та формування попиту на кіносеанси.

Предметом дослідження є методи збору, обробки, аналізу та прогнозування даних про продажі квитків, а також програмні засоби підтримки прийняття управлінських рішень.

В умовах зростаючої конкуренції у сфері розваг важливим є ефективне використання ресурсів кінотеатру. Аналіз продажів і прогнозування попиту дозволяють виявляти закономірності відвідуваності, оптимізувати розклад сеансів і підвищувати прибутковість.

Система охоплює процеси збору, зберігання та аналітичної обробки даних про продаж квитків і відвідуваність кіносеансів. Джерелом є історичні дані про фільми, сеанси, кількість проданих квитків, заповненість залів і дохід. Система забезпечує:

- аналіз продажів у розрізі часу;
- визначення популярності фільмів і жанрів;
- виявлення пікових і спадних періодів попиту;
- оцінку ефективності розкладу.

Модуль прогнозування на основі історичних даних дозволяє оцінювати майбутню відвідуваність з урахуванням часу показу, характеристик фільму та календарних факторів із використанням методів статистичного аналізу. Система формує аналітичні звіти та дозволяє:

- визначати середні показники продажів;
- оцінювати вплив дня тижня на відвідуваність;
- аналізувати популярність жанрів.

Архітектура системи побудована за багаторівневим клієнт-серверним підходом і включає клієнтський рівень, сервер прикладної логіки та рівень зберігання даних. Клієнтський застосунок забезпечує взаємодію з користувачем і надсилає запити до серверної частини через REST API. Сервер реалізує бізнес-логіку системи, обробляє запити та взаємодіє з базою даних. Дані зберігаються в СУБД Microsoft SQL Server, а для аналітичної обробки та прогнозування використовується окреме сховище даних, що дозволяє виконувати складні запити без навантаження на основну систему. Ця архітектура продемонстрована на рисунку 1.

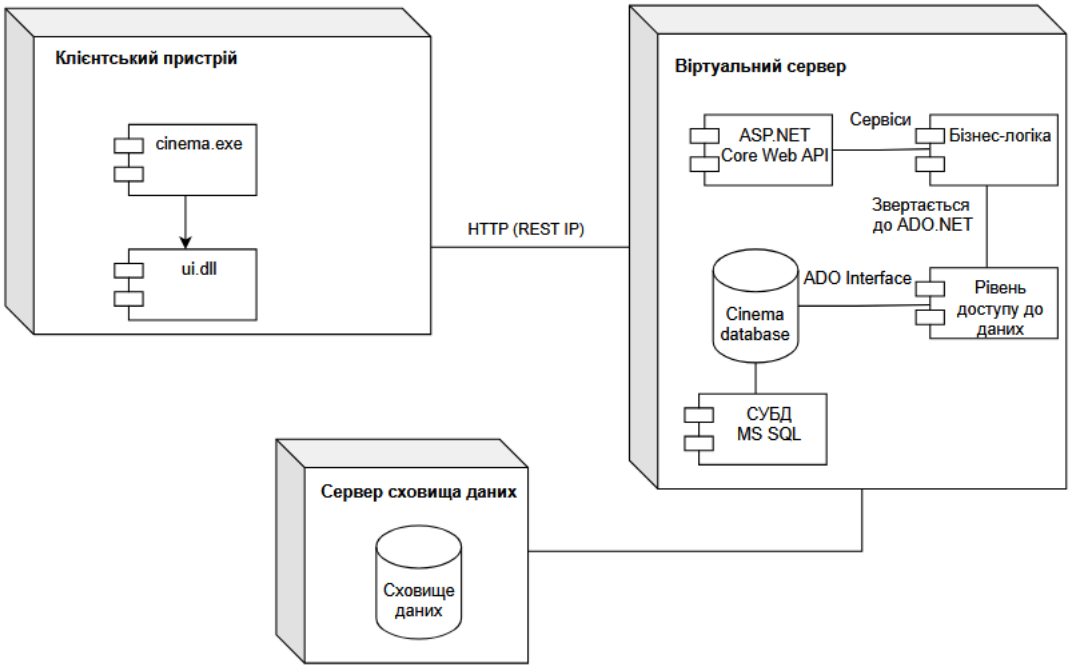


Рис. 1 Топологія системи

Розроблена система забезпечує комплексний аналіз продажів та прогнозування попиту, що дозволяє оптимізувати розклад сеансів і підвищити ефективність використання ресурсів кінотеатру. Подальший розвиток передбачає використання методів машинного навчання та інтеграцію з онлайн-сервісами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UML для бізнес-моделювання. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://evergreens.com.ua/ua/articles/uml-diagrams.html (дата звернення 24.04.2026).
2. Сучасні інформаційні аналітичні системи[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studfile.net/preview/10805692/page:10/ (дата звернення 24.04.2026).
3. Клієнт-серверна архітектура. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/client-server-architecture/ (дата звернення 24.04.2026).

УДК 004

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ВІРУСУ

Ануа О. В., науковий керівник Лахно В. А.

Актуальність дослідження зумовлена високою вразливістю глобальних мережевих структур до самопоширюваних комп'ютерних вірусів. Збитки від масштабних уражень обчислюються мільярдами доларів, що вимагає розробки точних інструментів прогнозування. Об'єктом дослідження є процес розповсюдження деструктивного програмного забезпечення в локальних обчислювальних мережах. Предметом дослідження є динамічні характеристики переходів вузлів мережі між різними станами безпеки. Метою роботи встановлено побудову та аналіз імітаційної моделі поширення вірусу на основі клітинних автоматів. Виконання поставленої мети передбачає вивчення теоретичних аспектів епідеміології комп'ютерних систем, реалізацію алгоритму в середовищі LabVIEW та оцінку впливу параметрів захисту на стійкість мережі.

У даному дослідженні використовується модель SIRS, яка дозволяє комп'ютерам повернутися до стану вразливості у разі застарілості ПЗ. SIR/SIRS діаграма наведена на рис.1 показує як вузли мережі рухаються між окремими станами моделі. Пунктирна лінія показує, як модель SIR перетворюється на модель SIRS (Susceptible - Infectious - Recovered - Susceptible), за якої патч не забезпечує довічного імунітету, і комп'ютер може знову стати вразливим. Коефіцієнт заразності, β, визначає швидкість поширення, що відображає ймовірність передачі вірусу від зараженого комп'ютера до вразливого. Коефіцієнт одужання, γ у даному випадку швидкість впровадження нового патчу. У моделі SIRS ξ - це коефіцієнт, що характеризує швидкість застарівання патчу та повернення комп'ютера до стану вразливості.

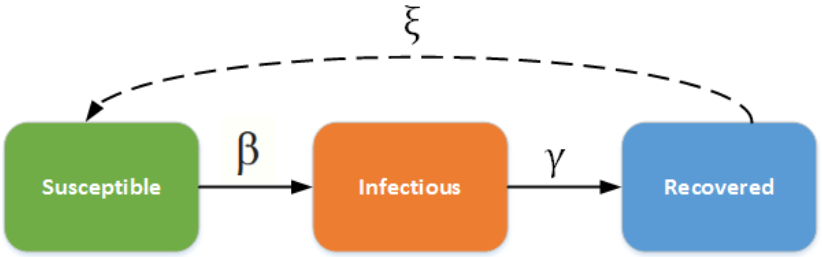


Рис. 1 Перехід між станами SIRS моделі

Якщо приплив вірусу до вразливих елементів мережі є достатнім, то в стані рівноваги динаміка перебуватиме в ендемічному стані з загасаючими коливаннями. Тоді диференціальне рівняння набуває такого вигляду:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta SI}{N} + \xi R \qquad \frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I \qquad \frac{dR}{dt} = \gamma I - \xi R,$$

Формула 1 Формула 2 Формула 3

де $N = S + I + R$ — розмір мережі.

В рамках даної роботи для моделювання процесу поширення комп'ютерного вірусу використовується апарат двовимірних клітинних автоматів [1].

Математичний апарат дослідження базується на дискретизації простору мережі, де кожен окремий вузол розглядається як автономний агент. Стан системи в момент часу t+1 визначається станом вузла та його оточення в момент часу t. Простір станів де кожен вузол масиву $N \times N$ може перебувати в одному з трьох дискретних станів {0, 1, 2} що відповідають категоріям вразливих, інфікованих та відновлених комп'ютерів.

Перехід зі стану S (0) до стану I (1) визначається функцією

$$P(S \to I) = f(Infect_{Prob}, Neighbors_{inf}),$$

Формула 4

де ймовірність зараження зростає пропорційно кількості інфікованих контактів. Це моделює механізм роботи мережевих хробаків, які активно сканують сусідні порти.

Перехід зі стану I (1) до стану R (2) визначається параметром Rec_{Prob}, що відповідає швидкості виявлення вірусу та встановлення патчів безпеки. Цей процес у моделі є незалежним від стану оточення, що відображає роботу автономних антивірусних засобів на кожному окремому комп'ютері.

Перехід зі стану R (2) назад до стану S (0) моделює деградацію захисту або появу нових вразливостей. Встановлення цього параметра на низькому рівні (0,001) забезпечує тривалу стійкість системи після проведеного оновлення.

Використана модель дозволяє вийти за межі простого опису середніх показників і спостерігати за просторовою динамікою епідемії. Такий підхід забезпечує високу наочність результатів, оскільки дозволяє зафіксувати формування кластерів інфекції та фронтів поширення вірусного коду на графічному індикаторі Intensity Graph (рис. 2).

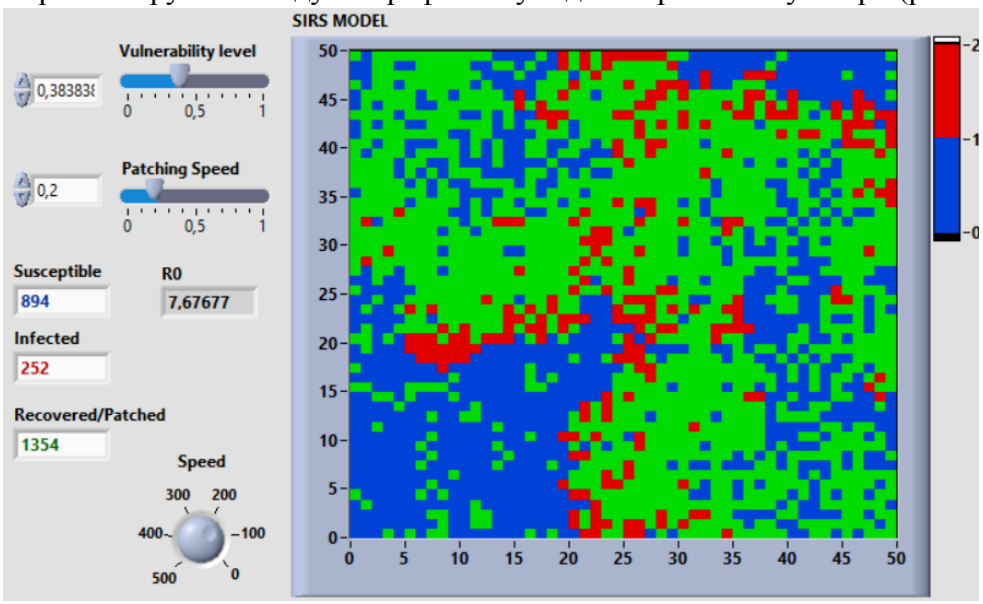


Рис. 2 Динаміка чисельності вузлів при значенні R0 = 7,68

В результаті роботи здійснено дослідження механізмів розповсюдження комп’ютерних вірусів за допомогою методів імітаційного моделювання.

Побудована модель на базі клітинних автоматів продемонструвала високу чутливість до початкових умов та параметрів взаємодії сусідніх вузлів. Отримано підтвердження того, що стійкість мережевої інфраструктури залежить від балансу між швидкістю інфікування та інтенсивністю відновлювальних процедур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. O. Zalevska et al., "Construction and Study of the Mathematical Model for the System Using Three-Dimensional Cellular Automata," 2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), Lviv, Ukraine, 2021, pp. 49-52. [стаття] / Режим доступу: Посилання (дата звернення: 14.03.2026)
2. Vynnycky, E.; White, R.G. (2010). Vynnycky, E.; White, R.G. (ред.). An Introduction to Infectious Disease Modelling. Oxford: Oxford University Press. с. 368. [стаття] / Режим доступу: Посилання (дата звернення: 19.03.2026)

УДК 004.8

ФОРМУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ВЕКТОРІВ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДЛЯ ПОВТОРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ З ДИНАМІЧНОЮ КАМЕРОЮ

Віннічук Д.О., аспірант кафедри комп`ютерних наук НУБіП України

Сьогодні надзвичайно актуальним є аналіз великих масивів даних за допомогою методів та моделей штучного інтелекту. Особливо важливою є сфера комп`ютерного зору. Вона охоплює розпізнавання, класифікацію та відстеження статичних та динамічних об`єктів у відеопотоці. Задача відстеження полягає у присвоєнні ідентифікатора об`єкта, який зберігається між кадрами. Таким чином можна відновити траєкторію об`єкта, та дізнатися про деякі його динамічні параметри, такі як швидкість.

Сьогодні провідною парадигмою є "відстеження за детекцію" (tracking by detection). Вона полягає у використанні певного детектора, наприклад, згорткової нейронної мережі та подальшому зіставленні її передбачень між кадрами. Класичні методи зіставлення засновані на аналізі руху або перекриття обмежувальних рамок [1]. Особливо складним відстеження стає в умовах динамічної камери, коли зміна ракурсу, масштабу, кута огляду або зумування може істотно змінювати положення та зовнішній вигляд об'єкта на зображенні. У такому випадку класичні методи не завжди забезпечують стабільну ідентифікацію.

Для кращого зіставлення результатів детекції між кадрами доцільно використовувати моделі штучного інтелекту, які дозволяють формувати деяке векторне представлення кожного об`єкта. Це представлення характеризує зовнішній вигляд об`єкта та може бути використане для пошуку "схожих" об`єктів на наступних кадрах. За таким принципом працює трекер DeepSORT [2]. Однак, такі методи не враховують динаміку камери, зокрема її обертання та зумування, що призводить до суттєвої зміни зображення.

Метою роботи є побудова нейронної мережі повторної ідентифікації об'єктів, здатної формувати компактні векторні представлення об'єктів з урахуванням не лише їхнього зовнішнього вигляду, а й параметрів положення камери. Такі векторні представлення, або ембеддинги, використовуються для подальшого порівняння об'єктів між кадрами відеопотоку та збереження їхніх ідентифікаторів після оклюзій, пропусків детекції або різкої зміни ракурсу.

Запропонована нейронна мережа має гібридну архітектуру. Перший її модуль призначений для аналізу зображення об'єкта, виділеного з кадру за допомогою обмежувальної рамки детектора. Як базову архітектуру використано ResNet18 [3], у якій останній повнозв'язний шар замінено на проміжний лінійний шар. На виході цього модуля формується 128-вимірний вектор, що описує візуальні ознаки об'єкта.

Другий модуль мережі призначений для обробки метаданих камери та просторових характеристик детекції. До вхідних параметрів цього модуля належать коефіцієнт зумування, кути курсу, тангажу та крену камери, координати об'єкта на зображенні, розміри обмежувальної рамки та співвідношення її ширини до висоти. Для обробки цих параметрів використано блок із двох повнозв'язних шарів з функцією активації ReLU. Результатом роботи модуля є 32-вимірний вектор, який описує положення об'єкта відносно камери та поточні умови спостереження.

Отримані ознаки зображення та метаданих об'єднуються в єдиний 160-вимірний вектор. Після цього він подається на фінальний лінійний шар, який формує 128-вимірний ембеддинг об'єкта.

Навчання нейронної мережі здійснюється на анотованих фрагментах відеопотоку, де кожному об'єкту відповідає сталий ідентифікатор. Разом із зображеннями об'єктів використовуються метадані камери для кожного кадру. Як функцію втрат застосовано

batch-hard triplet loss. У межах кожного батчу для кожного об’єкта обирається позитивний приклад, тобто інше зображення того самого об’єкта, та негативний приклад, тобто зображення іншого об’єкта. При цьому використовуються найскладніші приклади: найменш подібна позитивна пара та найбільш подібна негативна пара. Такий підхід змушує модель формувати ембеддинги, у яких векторні представлення одного й того самого об’єкта “схожі”, а різних об’єктів ні.

Ці вектори використовуються для зіставлення детектованих об`єктів з траєкторіями із попередніх кадрів. Подібність визначається за допомогою косинусної метрики, що дозволяє оцінити близькість ембеддингів. Таким чином будується матриця вартості, де в подальшому виконується оптимальне призначення об`єктів і попередніх траєкторій за допомогою Угорського алгоритму. Це дозволяє зберігати ідентифікатор об`єкта протягом відео. Такий алгоритм продемонстрував значення метрики *IDF1 = 0.57, MOTA = 0.70*.



Рис. 1 Приклад збереження ідентифікатора при зумуванні

На відміну від існуючих методів, запропонований підхід враховує не лише зовнішній вигляд, а і положення та ракурс камери. Серед недоліків алгоритму варто відзначити необхідність навчання на даних, що відповідатимуть цільовій задачі. Також така модель потребує значних обчислювальних потужностей, що може призвести до обмеженого використання в портативних системах. Алгоритм може бути вдосконалений, шляхом впровадження гібридного підходу, а саме поєднанням з окремим класичним модулем зіставлення на основі ступеня перекриття рамок і руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1) Zhang Y., Sun P., Jiang Y., Yu D., Weng F., Yuan Z., Luo P., Liu W., Wang X. ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box // *Computer Vision – ECCV 2022*. Lecture Notes in Computer Science. 2022. Vol. 13682. P. 1–21. (https://arxiv.org/pdf/2110.06864.pdf)

2) Wojke N., Bewley A., Paulus D. Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric // *2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. 2017. P. 3645–3649. DOI: 10.1109/ICIP.2017.8296962.

3) He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. 2016. P. 770–778. DOI: 10.1109/CVPR.2016.90.

УДК 004.8:519.8:631.3

ГІБРИДНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ АГРАРНИХ РІШЕНЬ З ЕКОНОМІКО-РИЗИКОВОЮ ОПТИМІЗАЦІЄЮ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Качмарський О.І., науковий керівник Голуб Б.Л.

Вибір норм внесення мінеральних добрив є однією з найбільш капіталомістких операцій рослинництва, економічний результат якої одночасно нелінійний за агрохімічними параметрами та стохастичний за погодними умовами. Усереднені нормативні рекомендації призводять до прихованих фінансових втрат у обидва боки: недостатнє використання потенціалу в сприятливі роки та збитків у несприятливі. Запропонована гібридна система підтримки аграрних рішень поєднує прогнозний контур на основі градієнтного бустингу з ризик-орієнтованим оптимізаційним контуром, що дозволяє знаходити економічно оптимальні дози NPK з урахуванням стохастики погодних і цінових сценаріїв.

Постановка задачі деталізована у [1]. Цільова функція являє собою прибуток на одиницю площі як різницю між валовим доходом (добуток ціни продукції на прогнозовану врожайність) та сукупними витратами на N, P, K-добрива; скаляризація — Mean-Variance підхід, доповнений емпіричним розрахунком CVaR як міри стійкості рекомендацій до найгірших погодних сценаріїв.

Інтеграція реалізована з двома відкритими джерелами: FAOSTAT (країна, рік, культура, врожайність, обсяги внесення NPK у перерахунку на діючу речовину) та Open-Meteo Archive API (добові метеоряди температури й опадів для агрокліматичних центроїдів країн за 1990–2023 рр.). Сирі ряди агрегуються до сезонних індикаторів вегетаційного періоду (поріг середньої температури не нижче 5°C): середня температура, сума опадів, GDD (Growing Degree Days) та SDD (Stress Degree Days) з порогом теплового стресу, що залежить від абсолютної широти. Збір реалізовано з механізмами retry/backoff та проміжним збереженням запасної копії стану. Після квантильної фільтрації 1–99% та усунення пропусків фінальний робочий масив склав 5717 спостережень, які розділено у пропорції 80/20 на тренувальну (4573 спостереження) та відкладену тестову (1144 спостереження) підвибірки. Контекстний регресор CountryTechLevel обчислюється виключно на тренувальній підвибірці й мапиться на тестову через ключ країни — це виключає витік цільової змінної у простір ознак.

Опорний алгоритм — XGBoost як ансамбль регресійних дерев градієнтного бустингу, обґрунтований роботами [2, 3]. Навчання проводиться у логарифмічному просторі натурального логарифма врожайності з аналітичною корекцією на логнормальне зміщення; конфігурація моделі: 500 дерев, learning rate 0.05, максимальна глибина 6. Результати ablation-аналізу структурних компонентів моделі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Ablation-аналіз структурних компонентів моделі XGBoost

Конфігурація	**Test R^2**	**RMSE, кг/га**	**CV R^2 (5-fold)**
Базова (агроклімат + NPK)	0.807	862.7	0.802 ± 0.014
+ CountryTechLevel	**0.911**	**585.4**	**0.908 ± 0.010**
+ Year (без CTL)	0.827	821.5	0.819 ± 0.016
+ CTL + Year	0.940	489.2	0.935 ± 0.009

Конфігурація з CountryTechLevel обрана як виробнича: приріст R^2 +0.104 проти +0.020 для календарного року поверх базової моделі обґрунтовує вибір CTL як причинно інтерпретованого структурного регресора замість трендового.

Архітектура прототипу — двоконтурна. Дослідницький контур на платформі Python/XGBoost виконує навчання прогнозної моделі на підготовленому наборі даних,

валідацію, ablation-експерименти та серіалізацію моделі у бінарний формат. Експлуатаційний контур побудовано як .NET-рішення з трьох компонентів: бібліотеки ядра, що містить доменну логіку інтеграції з відкритими джерелами, формування простору ознак, завантаження та використання моделі через XGBoostSharp та економіко-оптимізаційного блоку; консольної утиліти збору даних, що використовує бібліотеку для пакетного формування набору даних формату CSV; та десктопного застосунку (.NET 9 / WPF) з інтерактивним графічним інтерфейсом агронома, який реалізує сценарний перебір з виведенням кривої прибутковості та точки оптимуму. Внутрішня модульна організація бібліотеки включає оркестратор CoreService та сервіси WeatherService (з retry/backoff для Open-Meteo), FertilizerService (NPK-конверсія) і PredictionService (виклик моделі). Час побудови повної кривої прибутковості складає менше, ніж секунду, що забезпечує інтерактивний відгук інтерфейсу.

Запропонована система поєднує дослідницьку гнучкість Python/XGBoost з експлуатаційною продуктивністю .NET-контуру. Емпірична апробація на 5717 спостереженнях підтвердила $R^2 = 0.911$ на відкладеній вибірці. Ablation-аналіз обґрунтував вибір CountryTechLevel як основного контекстного регресора. Ризик-орієнтоване розширення на основі CVaR забезпечує стійкість рекомендацій до найгірших погодних сценаріїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Качмарський О., Голуб Б. Математичне моделювання економіко-ризикової оптимізації доз мінеральних добрив у стохастичних погодних умовах з використанням моделей машинного навчання. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки.* 2026. Т. 1, № 1. С. 113–121. URL: https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.1.13.
2. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *Proc. 22nd ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining.* 2016. P. 785–794.
3. Friedman J. H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. *Annals of Statistics.* 2001. Vol. 29, № 5. P. 1189–1232.
4. Rockafellar R. T., Uryasev S. Optimization of Conditional Value-at-Risk. *Journal of Risk.* 2000. Vol. 2, № 3. P. 21–42.

УДК 004.8

РОЗРОБКА AGENTIC-АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ КЕРОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

Недьошев М.В., науковий керівник Кириченко В.В.

Актуальність теми. Підготовка якісної презентації є складною багатокроковою задачею, що вимагає узгодження структури викладу, рівня деталізації та візуального представлення матеріалу. Використання великих мовних моделей (LLM) відкриває можливості автоматизації цього процесу, однак у випадку одноетапних запитів результати часто є нестабільними, з логічними неузгодженостями або надлишковим контентом [1], [2]. Дослідження показують, що LLM схильні до генерації некоректних або галюцинованих фрагментів, особливо у складних задачах із довгим контекстом [3]. У зв'язку з цим актуальним є перехід до agentic-підходу, який передбачає декомпозицію задачі на послідовність спеціалізованих агентів (планування, генерація, валідація), що дозволяє підвищити узгодженість і керованість результату [4].

Об'єкт дослідження. Процес агентно-орієнтованого автоматизованого створення презентацій на основі природномовних запитів користувача.

Предмет дослідження. Методи оркестрації спеціалізованих AI-агентів (планування, декомпозиція, генерація, редагування, валідація), а також програмні засоби їх узгодженої взаємодії з типізованою компонентною моделлю слайдів перед експортом у формати pptx та pdf.

Мета дослідження. Розробити та обґрунтувати agentic-архітектуру системи для керованої генерації презентацій, у якій набір ролей агентів забезпечує структурну цілісність, стилістичну узгодженість, керовану ітеративність та скорочення часу підготовки матеріалів.

Завдання дослідження. Проаналізувати актуальні підходи до автоматизації підготовки презентацій із застосуванням LLM. Спроєктувати ролі агентів і протокол їх взаємодії в межах єдиного конвеєра. Реалізувати механізм оркестрації агентів із передаванням контексту між етапами та мінімізацією втрат смислу. Інтегрувати бібліотеку типізованих компонентів і шаблонів як контрольований простір дій агента генерації. Розробити контур валідації та післягенераційного доопрацювання як окремий етап agentic feedback loop. Забезпечити експорт згенерованого матеріалу у форматі pptx та pdf та оцінити практичну придатність agentic-підходу.

Виклад основного матеріалу.

Розроблена агентна система реалізує послідовний цикл прийняття рішень. Спочатку агент-планувальник (Outline Agent) формує макроструктуру презентації: ключові секції, логічні переходи та цільове інформаційне навантаження кожного блоку. Результатом роботи агента-планувальника є структурований у вигляді масиву список слайдів з описом. Цей етап включає використання інструментів, наприклад, пошуку. Після цього агент генерації слайдів (Slide Generator Agent) трансформує план у декларативне подання слайдів, працюючи в межах типізованого простору компонентів і шаблонів. Агент генерації слайдів генерує слайди, використовуючи спеціальний мовний синтаксис, описаний у підсистемі генерації слайдів. Для кожного згенерованого агентом слайда відбувається валідація результатів агентом валідації (Validation Agent).

Підсистема генерації слайдів реалізує компонентно-орієнтований підхід. Замість генерації «вільного» тексту агент формує структуру у власному декларативному синтаксисі (DSL), де слайд описується як композиція типізованих примітивів, компонентів і шаблонів. Така модель дає змогу явно задавати семантику елементів (заголовок, список, графік, код-блок, картка тощо), контролювати допустимі параметри й передбачувано транслювати опис у рендерер pptx. Для зменшення когнітивного навантаження та спрощення масштабування системи сформовано документацію

компонентів і правил синтаксису: обмеження вхідних полів, рекомендовані патерни компонування, приклади валідних структур і типові помилки.

Запропонований підхід реалізовано у вигляді вебзастосунку показано на рисунку 1. Така система дозволяє генерувати всю презентацію за запитом, змінювати вміст окремих слайдів, експортувати або імпортувати. Для генерації можна використовувати будь-які хмарні ШІ, локальні ШІ у вигляді Ollama або lm Studio, а також використовувати ШІ в браузері з WebLlm [5] та модель Qwen3-0.6B-q4f16_1-MLC.

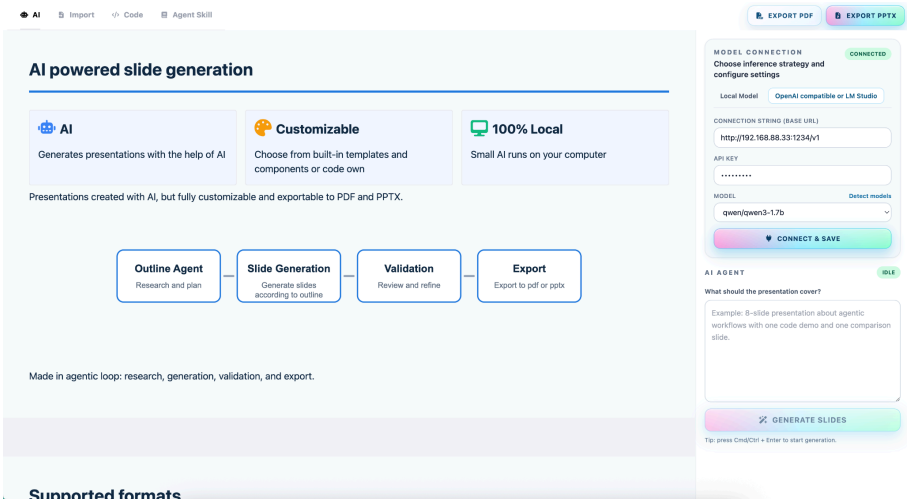


Рис. 1. Вигляд застосунку з використанням агентної системи генерації слайдів.

Використання локальної gemma-4-e4b показало результати у 2 валідаційної помилки, 5000 токенів потрібних для контексту моделі в 96 секунд генерації 10 слайдів. Система також надає маркдаун документ навички (skill), щоб генерувати презентацію використовуючи будь-яку модель з можливістю подальшого імпорту у систему.

Висновки. Експериментальне використання системи показало, що агентна декомпозиція суттєво зменшує кількість структурних помилок і скорочує обсяг ручного доопрацювання презентацій. Практичний ефект особливо помітний у сценаріях із високою варіативністю тем, де потрібно швидко отримати узгоджений результат без втрати керованості. Отримані дані підтверджують доцільність застосування agentic-підходу як базової архітектурної стратегії для систем автоматизованої генерації презентацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ruan C. F., Qin Y., Parthasarathy A. R. та ін. Requirements are All You Need: From Requirements to Code with LLMs // Proc. IEEE Int. Requirements Engineering Conf. – 2024.
2. LLMs with Industrial Lens: Deciphering the Challenges and Prospects [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2402.14558
3. Beyond Functional Correctness: Exploring Hallucinations in LLM-Generated Code [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2404.00971
4. Code Generation by Emulating Software Process Models Using Large Language Model Agents [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2403.15852
5. Ruan C. F., Qin Y., Parthasarathy A. R. та ін. WebLLM: A High-Performance In-Browser LLM Inference Engine [Електронний ресурс]. – 2026. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2412.15803

УДК 004.9

АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТУ ПОСТАЧАННЯМ ГУМАНІТАРНИХ ВАНТАЖІВ

Ведмеденко Д.Д., науковий керівник Бородкін Г.О.

Актуальність дослідження. Зростання масштабів гуманітарних криз, воєнних конфліктів та надзвичайних ситуацій обумовлює необхідність оперативного, прозорого й ефективного управління процесами постачання гуманітарних вантажів. На відміну від комерційної логістики, гуманітарне постачання функціонує в умовах підвищеної невизначеності, обмеженості ресурсів і динамічної зміни пріоритетів, що істотно ускладнює координацію між донорами, логістичними хабами та кінцевими отримувачами допомоги. Традиційні методи управління, що ґрунтуються на фрагментарних інформаційних системах і ручній координації, не забезпечують необхідної адаптивності до змін пріоритетів, динаміки потреб і ризиків логістичного середовища. Аналіз наявних програмних рішень — SAP Humanitarian Logistics, Sahana Eden, WFP LSS та HDX/ReliefWeb — свідчить про відсутність комплексних систем, які б поєднували управління потребами, ресурсами, доставками та аналітику KPI в єдиному середовищі. Це обумовлює доцільність розроблення спеціалізованої аналітичної системи, здатної інтегрувати дані з різних джерел, підтримувати оцінювання ефективності та забезпечувати обґрунтоване прийняття управлінських рішень у кризових умовах.

Метою дослідження є розроблення аналітичної системи менеджменту постачанням гуманітарних вантажів, яка забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень шляхом комплексного аналізу даних про потреби, ресурси, маршрути та результати виконання гуманітарних поставок.

Завдання дослідження включають:

- виконати аналіз предметної області гуманітарної логістики та сучасних підходів до менеджменту гуманітарних постачань;
- визначити функціональні, нефункціональні та безпекові вимоги до аналітичної системи;
- побудувати функціональні й інформаційні моделі системи з використанням методів UML-моделювання;
- розробити архітектуру програмного забезпечення та модель даних на основі мікросервісного підходу;
- реалізувати аналітичні механізми оцінювання ефективності гуманітарних поставок і підтримки прийняття рішень.

Методи дослідження. У роботі застосовано методи системного аналізу для дослідження гуманітарної логістики як складної динамічної системи; методи структурного та UML-моделювання для формалізації бізнес-процесів і взаємодії компонентів (діаграми прецедентів, послідовності, активності); методи аналітики даних і багатокритеріального оцінювання для побудови інтегральних показників ефективності; а також методи програмної інженерії для проєктування, реалізації та тестування програмного забезпечення. Порівняльний аналіз існуючих рішень здійснено за критеріями управління потребами, обліку залишків, планування доставок, геоаналітики та підтримки власних метрик KPI.

Результат дослідження. У ході дослідження виконано системний аналіз предметної області менеджменту гуманітарних постачань, визначено ключових суб'єктів — донорські організації, логістичні хаби, транспортні підрозділи, польові координатори та кінцеві отримувачі допомоги, і формалізовано інформаційні потоки між ними. Проведено порівняльний аналіз існуючих програмних рішень: SAP Humanitarian Logistics, Sahana Eden, WFP LSS та HDX/ReliefWeb, який показав, що

жодне з них не забезпечує повноцінної інтеграції управління потребами, ресурсами, доставками та KPI в єдиному середовищі. Побудовано узгоджений набір UML-моделей — діаграми прецедентів, послідовності та активності, що формалізують ролі користувачів, сценарії взаємодії підсистем і логіку бізнес-процесів від реєстрації гуманітарної потреби до аналізу результатів доставки. Сформульовано функціональні, нефункціональні та безпекові вимоги до системи, що забезпечують її надійність, масштабованість і захищеність в умовах кризового середовища. Визначено склад вхідних і вихідних даних: вхідні включають дані про гуманітарні потреби, складські залишки, транспортні ресурси та пріоритети розподілу; вихідні — сформовані партії відправок, маршрути, статуси доставок, розраховані KPI та аналітичні звіти для менеджменту й донорів. Запропонована система аналітичних метрик охоплює рівень покриття потреб, своєчасність доставки та коефіцієнт використання ресурсів, що дозволяє здійснювати обґрунтоване й прозоре управління гуманітарними операціями. Отримані результати створюють цілісну методологічну основу для подальшого проєктування архітектури системи, розроблення програмних компонентів та їх інтеграції в єдине інформаційно-аналітичне середовище підтримки прийняття рішень.

Висновки. Результати дослідження підтверджують актуальність та доцільність розроблення аналітичної системи менеджменту постачанням гуманітарних вантажів з інтегрованою аналітикою та власними показниками ефективності. Наукова новизна роботи полягає у формуванні комплексного методологічного підходу, що поєднує моделі оцінювання потреб, аналітику розподілу ресурсів, моніторинг доставок і розрахунок авторських інтегральних KPI в межах єдиного інформаційно-аналітичного середовища, адаптованого до умов кризового управління. Запропонована система метрик забезпечує підвищення обґрунтованості управлінських рішень та адаптацію гуманітарної логістики до динамічних умов середовища. Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості застосування системи органами державної влади, гуманітарними штабами, міжнародними та волонтерськими організаціями для підвищення ефективності планування й контролю гуманітарних поставок, оптимізації розподілу ресурсів, зниження логістичних втрат і підвищення прозорості гуманітарної діяльності. Подальші дослідження передбачають розроблення мікросервісної архітектури, реалізацію програмних компонентів, інтеграцію з геоінформаційними платформами та тестування системи на реальних даних гуманітарних операцій в умовах воєнного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Van Wassenhove L. N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear [Електронний ресурс]. – Journal of the Operational Research Society. – 2006. – Vol. 57, No. 5. – P. 475–489. – Режим доступу: https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602125.
2. Kovács G., Spens K. M. Humanitarian logistics in disaster relief operations [Електронний ресурс]. – International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2007. – Vol. 37, No. 2. – P. 99–114. – Режим доступу: https://doi.org/10.1108/09600030710734820.
3. Balcik B., Beamon B. M., Krejci C. C. Coordination in humanitarian relief chains: practices, challenges and opportunities [Електронний ресурс]. – International Journal of Production Economics. – 2010. – Vol. 126, No. 1. – P. 22–34. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.09.008.
4. Thomas A., Kopczak L. From Logistics to Supply Chain Management: The Path Forward in the Humanitarian Sector [Електронний ресурс]. – Fritz Institute, 2005. – 15 p. – Режим доступу: https://www.fritzinstitute.org.

УДК 004.42

АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРАПЛЯННЯ ХВОРИХ ДО ГРУПИ РИЗИКУ

Глушко О.О., науковий керівник Бородкін Г.О.

У сучасному світі зростає роль медичних інформаційних систем у забезпеченні ефективного надання медичної допомоги. Одним із ключових напрямів є своєчасне прогнозування ризику розвитку різноманітних захворювань, що дозволяє медичним працівникам проводити профілактичні заходи та надавати персоналізовану допомогу пацієнтам.

Аналітичні системи прогнозування дозволяють обробляти великі обсяги медичних даних, враховувати демографічні, соціальні та клінічні фактори, а також виявляти закономірності, що неможливо простим спостереженням. Упровадження таких систем сприяє зменшенню рівня ускладнень у пацієнтів, скороченню витрат на лікування та підвищенню якості медичних послуг.

Сучасні тенденції розвитку медицини, такі як персоналізована медицина та цифрова трансформація охорони здоров’я, роблять актуальним використання інтелектуальних алгоритмів та моделей прогнозування ризиків. Прогнозування ризику дозволяє своєчасно ідентифікувати групи пацієнтів, які мають підвищену ймовірність розвитку хвороби, що, у свою чергу, покращує планування лікувальних заходів та забезпечує більш ефективну профілактику.

Таким чином, розробка аналітичної системи прогнозування потрапляння хворих до групи ризику є важливою та актуальною як для медичної практики, так і для розвитку інформаційних технологій у медицині.

Об’єктом дослідження виступає процес прогнозування потрапляння хворих до групи ризику.

Предметом дослідження виступає аналітична система, яка допоможе прогнозувати потрапляння хворих до групи ризику.

Мета дослідження: підвищити ефективність прогнозування потрапляння хворих до групи ризику.

Під час проведення аналізу даних одним з найважливіших етапів є формування звітності. Саме за допомогою звітів аналітик та підприємство можуть побачити цілісну картину розвитку підприємства.

Служби SQL Server Reporting Services (SSRS) надають набір локальних засобів та служб для створення та розгортання мобільних звітів та звітів з розбиттям на сторінки, а також управління ними.

QL Server Reporting Services пропонує оновлений набір продуктів: "Традиційні" звіти з розбиттям на сторінки були оновлені, щоб можна було створювати звіти, що виглядають по-сучасному, за допомогою оновлених засобів і нових функцій. Нові мобільні звіти з гнучким макетом, що адаптується під різні пристрої та способи їх утримання. Сучасний веб-портал, який можна відкрити у будь-якому сучасному браузері. На новому порталі можна впорядковувати та переглядати мобільні звіти, звіти з розбивкою на сторінки та ключові показники ефективності Reporting Services. Також можна зберігати книги Excel на порталі.

Для визначення успішності роботи підприємства аналітики обчислюють коефіцієнт ефективності.

KPI — це набір обчислень, пов’язаних з групою показників у кубі, які використовуються для оцінки успіху бізнесу. Зазвичай ці обчислення є комбінацією виразів багатовимірних виразів (MDX) або обчислюваних елементів. KPI також мають додаткові метадані, які надають інформацію про те, як клієнтські програми повинні відображати результати обчислень KPI.

KPI обробляє інформацію про поставлену ціль, фактичну формулу продуктивності, записану в кубі, і вимірювання, щоб показати тенденцію та статус ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Use Cases [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/use-cases.html
2. Use Case [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/use-case
3. Overview of Online Analytical Processing (OLAP) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://support.microsoft.com/en-us/office/overview-of-online-analyticalprocessing-oap-15d2cddef70b-4277-b009-ed732b75fdd6
4. Що таке OLAP? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.education-wiki.com/5528785-what-is-olap

УДК 004.9

АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Ольшанський Д.В., науковий керівник Бородкін Г.О.

Актуальність. Сучасні логістичні системи функціонують в умовах зростаючої динаміки, обмежених ресурсів та підвищених вимог до оперативності управління. Збільшення обсягів логістичних даних, необхідність своєчасної координації матеріальних, інформаційних і фінансових потоків, а також потреба у зниженні операційних витрат і підвищенні надійності ланцюгів постачання зумовлюють впровадження комплексних аналітичних систем управління. Використання застарілих або фрагментарних підходів до автоматизації не дозволяє забезпечити цілісне бачення логістичних процесів, що негативно впливає на якість управлінських рішень і загальну ефективність функціонування логістичної інфраструктури. Більшість наявних корпоративних платформ класу TMS, WMS і SCM зосереджені на автоматизації окремих функцій і не забезпечують інтеграції прогнозування попиту, оптимізації маршрутів та аналітики фактичного виконання перевезень у межах єдиного управлінського циклу. Актуальність дослідження зумовлена потребою в спеціалізованому програмному рішенні, яке реалізує замкнений контур аналітичної підтримки управлінських рішень і забезпечує підвищення керованості та ефективності логістичних операцій.

Мета дослідження полягає у розробленні програмного забезпечення аналітичної системи управління логістичними процесами, яка забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень на основі інтегрованого аналізу логістичних даних та оптимізації використання ресурсів. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати системний аналіз предметної області, сформувати вимоги до системи, розробити архітектуру програмного забезпечення і модель даних, реалізувати основні програмні та аналітичні модулі, а також провести тестування і оцінити ефективність розробленого рішення.

Методи дослідження. Дослідження виконано із застосуванням методів системного аналізу предметної області, структурного та UML-моделювання для проєктування програмної системи, методів аналізу логістичних даних і оптимізації процесів, а також методів програмної інженерії для реалізації і тестування програмного забезпечення. Серверна частина реалізована на платформі .NET 8 з використанням ASP.NET Core Web API, клієнтський інтерфейс - засобами WPF, що забезпечує побудову настільного застосунку з розвиненими засобами візуалізації поточного стану рейсів і KPI. Для зберігання операційних та аналітичних даних використано PostgreSQL з розподілом на OLTP- та OLAP-контури, що дозволяє оптимізувати систему як для транзакційних операцій, так і для виконання аналітичних запитів. Подієва взаємодія між компонентами реалізована через RabbitMQ. В основі аналітичного контуру лежить багатовимірна модель сховища даних типу Star Schema. Для прогнозування обсягів доставок реалізовано модуль часових рядів із довірчими інтервалами, а для сегментації логістичних операцій застосовано метод кластеризації K-Means. Оптимізація маршрутів виконується на основі задачі маршрутизації транспортних засобів із використанням евристичних і метаевристичних алгоритмів, зокрема генетичного алгоритму з операцією кросоверу, що забезпечує ефективне планування рейсів в умовах ресурсних, часових і вартісних обмежень.

Результати. У ході дослідження виконано комплексний системний аналіз предметної області та побудовано UML-моделі, що формалізують логіку управління логістичними процесами, логічну модель даних, нормалізовану до третьої нормальної форми, реалізовано сервісно-орієнтовану архітектуру. Проведено порівняльний аналіз

існуючих рішень класу TMS, WMS і SCM , що підтвердив перевагу розробленої системи у частині інтеграції генетичної оптимізації маршрутів, авторських розширених KPI-метрик і повноти аналітичного циклу управління. На основі аналітичного сховища даних отримано агреговану вибірку показників за регіонами, типами транспорту та часовими інтервалами. Результати прогнозування обсягів доставок підтвердили коректне відтворення загальної тенденції зміни логістичних потоків. Кластерний аналіз дозволив виділити типові сценарії логістичних операцій: високоефективні перевезення з коротким часом доставки, маршрути середньої ефективності та ресурсоємні доставки з підвищеними витратами, що забезпечує ідентифікацію проблемних ділянок ланцюга постачання.

Висновки. Розроблена аналітична система управління логістичними процесами реалізує повний цикл управління - від реєстрації замовлення та оптимізації маршруту до моніторингу виконання й аналітичної оцінки ефективності з використанням авторської системи KPI-показників, що включає метрики SLA, часу доставки, відхилень від плану та коефіцієнтів використання транспортних ресурсів. Застосування асинхронної подієвої архітектури на базі RabbitMQ та розділення OLTP і OLAP контурів забезпечує масштабованість і стійкість системи при зростанні обсягів логістичних даних. Наукова новизна роботи полягає у розробленні узгодженої моделі аналітичної системи, що інтегрує інструменти прогнозування попиту, генетичної оптимізації маршрутів і моніторингу виконання перевезень у єдиному програмному середовищі, забезпечуючи підвищення обґрунтованості й оперативності управлінських рішень в умовах динамічного логістичного середовища. Система має практичну цінність для впровадження у логістичних і гуманітарних організаціях та створює основу для подальшого розширення функціональності шляхом інтеграції методів машинного навчання для автоматичного прогнозування затримок і коригування маршрутів у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. 5th ed. Pearson, 2016. 344 p. https://www.econbiz.de/Record/logistics-supply-chain-management-christopher-martin/10008777445
2. Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. Wiley, 2013. 600 p. https://www.academia.edu/24311950/The_Data_Warehouse_Toolkit
3. Toth P., Vigo D. (eds.) The Vehicle Routing Problem. SIAM, 2002. 385 p. https://doi.org/10.1137/1.9780898718515
4. Blum C., Roli A. Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison // ACM Computing Surveys. 2003. Vol. 35(3). P. 268–308. https://doi.org/10.1145/937503.937505

УДК 004.8:004.7

СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПОЛЬОВИХ СЕНСОРІВ В УМОВАХ ЗАВАД

Шикита В.В., науковий керівник Бородкін Г.О.

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій значну роль відіграють системи збору та обробки даних, зокрема польові сенсорні мережі, що широко застосовуються у сільському господарстві, екологічному моніторингу та автоматизованих системах управління.

Польові сенсори забезпечують безперервний збір даних про стан середовища, однак у реальних умовах їх функціонування виникають суттєві проблеми, пов'язані з впливом шумів, радіоперешкод, нестабільності каналів зв'язку та обмеженими енергетичними ресурсами. Це призводить до спотворення інформації, втрат пакетів та зниження достовірності даних.

Актуальність: Забезпечення достовірності та надійності даних у сенсорних мережах є критично важливим для коректного функціонування систем прийняття рішень. Умови експлуатації, зокрема наявність перешкод та шумів, потребують застосування ефективних методів аналізу, передачі та відновлення інформації.

Мета дослідження: Метою роботи є розробка підходу до підвищення достовірності та ефективності передачі даних польових сенсорів на основі імітаційного моделювання та методів обробки інформації в умовах завад.

Об'єкт дослідження – процеси передачі та обробки даних польових сенсорів у бездротових мережах в умовах впливу завад.

Предмет дослідження – методи підвищення достовірності даних, зокрема використання імітаційного моделювання, коригуючих кодів та алгоритмів обробки інформації.

1. Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:

2. Проаналізувати особливості функціонування польових сенсорів та фактори, що впливають на точність вимірювання і передачі даних.

3. Дослідити вплив шумів і перешкод у каналах зв'язку на якість передачі даних (SNR, BER).

4. Розробити імітаційну модель системи передачі даних польових сенсорів.

5. Реалізувати та дослідити ефективність методів корекції помилок (коди Хеммінга, CRC).

6. Оцінити достовірність даних після обробки та сформувати критерії прийняття рішень.

Основна ідея та аргументи: Запропонований підхід базується на використанні імітаційної моделі, що дозволяє дослідити вплив різних факторів на якість передачі даних. Модель включає такі основні компоненти: модель сенсора (формування сигналу та похибки вимірювання); модель каналу зв'язку (вплив шумів, перешкод, втрат пакетів); модуль корекції помилок (коди Хеммінга, CRC); модуль відновлення та фільтрації даних; модуль прийняття рішень (класифікація стану системи). Використання стохастичних моделей дозволяє врахувати випадковий характер шумів та перешкод, а також оцінити параметри каналу зв'язку, зокрема відношення сигнал/шум (SNR) та ймовірність бітової помилки (BER). Результати дослідження

У ході дослідження передбачається отримання наступних результатів: Аналіз впливу шумів та перешкод на якість передачі даних. Встановлення залежності між SNR та BER. Оцінка ефективності методів корекції помилок. Підвищення достовірності даних після їх обробки. Формування критеріїв для прийняття рішень у системі.

Для кращого розуміння функціональних можливостей системи виділено основні групи завдань відповідно до ролей користувачів та внутрішніх процесів:

1. Клієнт (Client) — здійснює моніторинг стану системи через дашборд, переглядає аналітичні звіти та отримує автоматичні сповіщення (Alerts) у разі виявлення проблем.

2. Адміністратор (Administrator) — відповідає за керування конфігурацією системи та додавання нових сенсорів до мережі.

3. Сенсор (Sensor) — виступає як зовнішній актор, що забезпечує автоматизований збір даних для їх подальшого аналізу.

4. Інженер (Engineer) — проводить поглиблений інтелектуальний аналіз даних, що включає виявлення аномалій у роботі пристроїв та прогнозування потенційних відмов.

Обробка та фільтрація — внутрішні функції системи, що забезпечують очищення сигналу від шумів, відсікання недостовірних (інвалідних) даних та ведення історії вимірювань для ретроспективного аналізу.

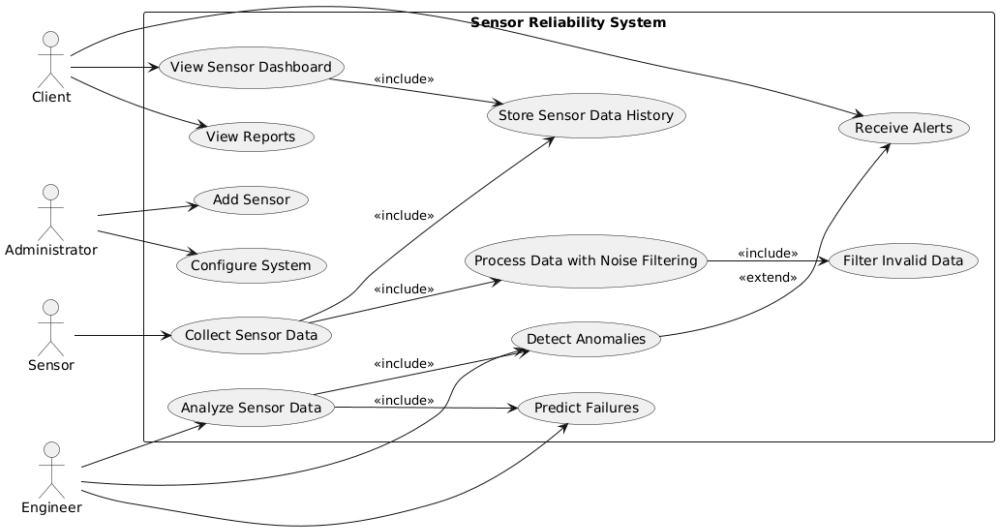


Рис. 1 Діаграма прецедентів до розроблюваної системи

Висновок: Запропонований підхід дозволяє комплексно дослідити процес передачі даних у сенсорних мережах та підвищити їхню достовірність в умовах завад. Використання імітаційного моделювання забезпечує гнучкість дослідження та можливість аналізу різних сценаріїв функціонування системи. Отримані результати можуть бути використані для розробки ефективних систем моніторингу та прийняття рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E. Wireless sensor networks: a survey //ComputerNetworks.–2002: https://www.researchgate.net/publication/222534027_Wireless_Sensor_Networks_A_Survey
2. Heidari A. et al. Reliability of sensor data in IoT systems, 2024: https://www.researchgate.net/publication/384626854_Assessment_of_reliability_and_availability_of_wireless_sensor_networks_in_industrial_applications_by_considering_permanent_faults
3. Mahatha B. Data analysis methods in sensor networks, 2025: https://www.researchgate.net/publication/393499326_Data_Analysis_and_Prediction_for_Wireless_Sensor_Network_Based_on_Linear_and_Quadratic_Optimization_Techniques

УДК 004.8:004.62:519.237.8

ЛАТЕНТНО-ҐРАТКОВЕ АНСАМБЛЕВЕ КЛАСТЕРИЗУВАННЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Науринський Ю.В., науковий керівник Вайганг Г.О.

Зростання обсягів, розмірності та неоднорідності даних у сучасних системах підтримки прийняття рішень зумовлює необхідність застосування методів кластеризації, здатних забезпечувати не лише високу швидкодію, але й стабільність і інтерпретованість результатів. Традиційні алгоритми кластерного аналізу, зокрема k-means або щільнісні підходи, виявляють обмежену ефективність у високорозмірних просторах, що пов’язано з деградацією метрик відстані, залежністю від початкових умов та значною чутливістю до шуму в даних [1, 4]. У зв’язку з цим актуальним є пошук підходів, які поєднують переваги глибинного навчання та класичних методів аналізу даних, забезпечуючи при цьому можливість інтеграції в архітектуру інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Одним із перспективних напрямів є латентно-ґраткове ансамблеве кластеризування, що поєднує автоенкодери, ґраткові методи та механізми ансамблевого узгодження. У цьому підході автоенкодер здійснює нелінійне перетворення вихідного простору ознак у компактний латентний простір, придатніший для кластеризації, що зменшує вплив шуму та забезпечує виділення інформативних ознак [2]. Ґраткова дискретизація дозволяє ефективно локалізувати щільні області через аналіз комірок, знижуючи обчислювальну складність і підвищуючи масштабованість [3]. Ансамблеве узгодження підвищує стійкість результатів за рахунок агрегування множини кластерних розбиттів, зменшуючи залежність від параметрів і початкових умов [5].

Метою дослідження є обґрунтування концепції латентно-ґраткового ансамблевого кластеризування великих даних для підвищення ефективності їх обробки в системах підтримки прийняття рішень. У межах роботи кластеризація розглядається як багаторівневий процес, у якому формування латентного представлення, дискретизація простору та узгодження результатів утворюють єдину інтегровану модель. Формально вхідний набір даних подається як матриця $X \in R^{n \times d}$, де n – кількість об’єктів, а d – кількість ознак. Автоенкодер реалізує відображення $f: R^d \to R^m$, де $m << d$, формуючи латентне представлення $Z=f(X)$. Якість такого перетворення визначається мінімізацією функції втрат реконструкції

$$L_{AE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \|x_i - g(f(x_i))\|^2,$$

де $g(\ )$ є декодером [2].

У сформованому латентному просторі виконується ґраткова дискретизація, яка передбачає розбиття простору на регулярні комірки. Кількість таких комірок визначається як $N_{cells}=g^m$, де g є кількістю поділів на кожній осі, що безпосередньо залежить від латентної розмірності простору. Зменшення розмірності за допомогою автоенкодера переводить ґраткові методи з теоретично обмежених у практично застосовні, забезпечуючи контрольовану складність обчислень навіть для великих масивів даних. Подальше формування кластерної структури відбувається через побудову множини базових розбиттів із різними параметрами дискретизації та щільності. Узгодження цих розбиттів здійснюється на основі матриці ко-асоціації, яка відображає частоту спільної належності об’єктів до кластерів у різних конфігураціях, що дозволяє підвищити стабільність результатів та зменшити вплив випадкових факторів [5].

Результати кластеризації інтегруються в систему підтримки прийняття рішень у вигляді профілів кластерів, описових статистик та засобів візуалізації, що забезпечує можливість їх подальшого використання для аналітичної підтримки управлінських рішень. Запропонована концептуальна схема латентно-ґраткового ансамблевого кластеризування (рис. 1) демонструє взаємозв'язок між етапами обробки даних та відображає інтеграцію алгоритмічної моделі в архітектуру DSS.

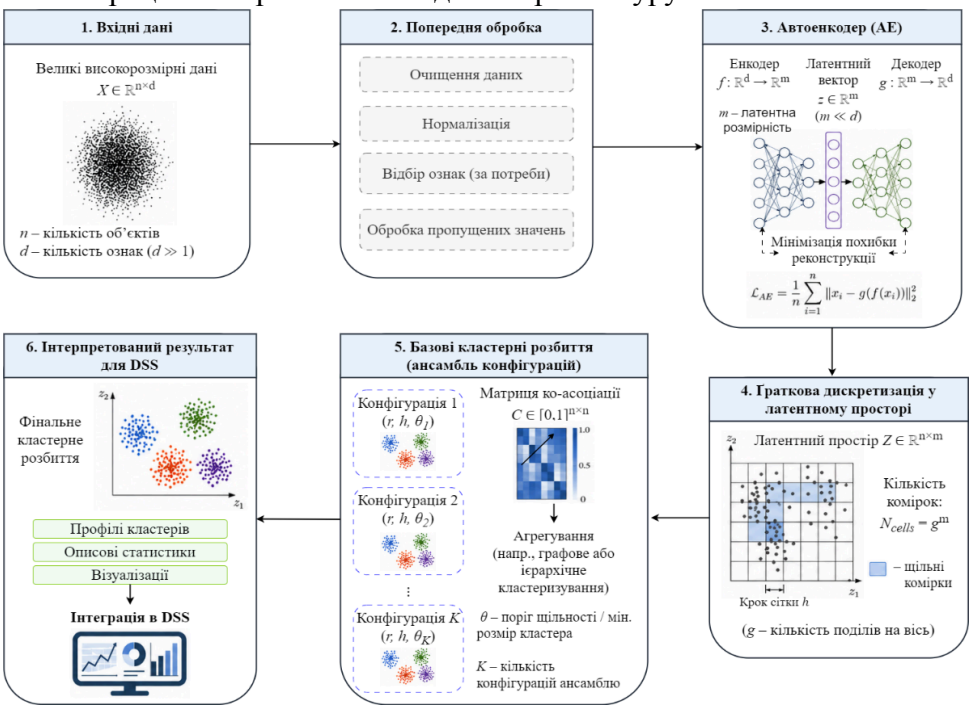


Рис. 1. Концептуальна схема латентно-ґраткового ансамблевого кластеризування в системі підтримки прийняття рішень (*розроблена автором*)

Отже, запропонований підхід дозволяє розглядати кластеризацію великих даних не як ізольований алгоритм, а як складову інтелектуальної системи, що поєднує глибинне представлення ознак, ефективну локалізацію структур і механізми стабілізації результатів. Його наукова цінність полягає у синергетичному поєднанні автоенкодерів, ґраткових методів і ансамблевих підходів, що забезпечує підвищення масштабованості, стійкості та інтерпретованості кластерного аналізу. Практичне значення визначається можливістю застосування такого підходу в задачах аналізу великих даних у системах підтримки прийняття рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на формалізацію критеріїв вибору латентної розмірності, адаптивну оптимізацію параметрів ґраткової моделі та розроблення метрик оцінювання стабільності кластерних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wu J. et al. A Comprehensive Survey on Deep Clustering: Taxonomy, Challenges and Future Directions. *ACM Computing Surveys*. 2024. DOI: 10.1145/3689036.
2. Mienye I. D., Swart T. G. Deep Autoencoder Neural Networks: A Comprehensive Review and New Perspectives. *Archives of Computational Methods in Engineering*. 2025. DOI: 10.1007/s11831-025-10260-5.
3. Du M., Ding S., Xue Y. Grid-Based Clustering Using Boundary Detection. *Entropy*. 2022. Vol. 24(11). Article 1606. DOI: 10.3390/e24111606.
4. Awad F. H. et al. Big Data Clustering Techniques: Challenges and Perspectives. *Informatica*. 2023. Vol. 47. P. 203–218.
5. Qu J. et al. Ensemble Clustering Method via Robust Consensus Learning. *Electronics*. 2025. Vol. 14(23). Article 4764. DOI: 10.3390/electronics14234764.

УДК 004.85:004.932

КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОТУАРІВ КИЄВА ЗА ФОТОГРАФІЯМИ STREET VIEW ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Козурак Д. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, факультет комп'ютерних наук та кібернетики, кафедра теорії та технології програмування

Забезпечення безбар'єрності міського середовища є дуже важливим завданням для міст, що прагнуть до інклюзивності. Проте систематична оцінка стану пішохідних тротуарів залишається досить трудомістким процесом, який традиційно потребує фізичного обстеження або ручної розмітки даних. [1]

Також, хоч деякі карти можуть містити інформацію про рівень безбар’єрності окремих тротуарів чи вулиць, жодна з них не може запропонувати маршрут, оптимальний для користувачів з обмеженою мобільністю. [2]

У цій роботі пропонується підхід до вирішення обох проблем - автоматичної класифікації характеристик пішохідної інфраструктури міста Київ на основі фотографій вуличного рівня з сервісу Google Street View та методів глибокого навчання, а також побудова оптимальних маршрутів для користувачів з обмеженою мобільністю.

Вихідними даними слугують географічні дані про дороги та тротуари Києва, отримані з OpenStreetMap [3] через Overpass API (всього було отримано інформацію про приблизно 56 тисяч сегментів). Для кожного сегмента за допомогою Google Street View Static API завантажено фотографії відповідних ділянок. Мітки для тренування моделей отримано безпосередньо з атрибутів OpenStreetMap, зокрема: тип покриття (surface), якість покриття (smoothness) та наявність тактильної плитки (tactile_paving). Загалом для тренування зібрано понад 5 000 фотографій.

Проте, цих даних недостатньо для розпізнавання деяких характеристик ділянок (наприклад, наявність освітлення, пандусів, ширина тротуара). З огляду на те, що первинних даних з відкритих джерел було недостатньо для ідентифікації специфічних характеристик об'єктів (зокрема наявності систем вуличного освітлення, пандусів та вимірювання ширини тротуарів), навчальну вибірку було розширено за рахунок залучення релевантних зовнішніх датасетів. До них увійшли Road Surface Classification Dataset, Project Sidewalk, Sidewalk Gallery та дані платформи Mapillary. Зазначені ресурси містять репрезентативні масиви верифікованих зображень міської інфраструктури, що дозволило значно підвищити якість навчання моделей за критеріями геометричних параметрів пішохідних зон та наявності елементів інклюзивного середовища.

Задача класифікації вирішується як набір незалежних задач. Частина з них є бінарними (наявність/відсутність освітлення, тактильної плитки та пандусів, дорога ширша/вужча за мінімальну допустиму величину), частина – багатокритеріальними (тип та якість покриття, ступінь пошкодження доріг). Для кожного критерію навчено окрему модель. Для цього використано метод перенесення навчання (transfer learning) на основі двох попередньо навчених моделей: EfficientNet-B0 [4] та DINOv2 (ViT-S/14) [5], після чого для кожного критерію серед отриманих моделей відібрано ту, що показала найточніший результат правильної класифікації тестових даних. Для EfficientNet-B0 оригінальна класифікаційна голова замінена на власну двошарову повнозв'язну мережу з Dropout-регуляризацією. У випадку DINOv2 опорну мережу заморожено, а тренуванню підлягає лише класифікаційна голова, що дозволяє ефективно використовувати потужні ознаки, отримані в результаті самонавчання.

Оскільки кількість фотографій для різних класів могла суттєво відрізнятись, для компенсації даного дисбалансу використано зважену функцію втрат (weighted cross-entropy loss). Аугментація тренувальних даних включала горизонтальне

відображення, випадковий поворот та зміну яскравості й контрастності. Оптимізація проводилася методом Adam зі зменшенням швидкості навчання кожні 5 епох. Оцінювання якості моделей здійснювалось за метриками точності (accuracy) та зваженого F1-score на тестовій вибірці.

Попередні результати свідчать про те, що EfficientNet-B0 демонструє більш стабільні показники серед більшості розглянутих критеріїв, досягаючи F1-score 0.79 для тактильної плитки та 0.75 для типу покриття. Модель DinoV2 показала кращі результати для класифікації освітленості (F1 = 0.76), але поступається при класифікації за іншими критеріями. Найнижчі результати зафіксовано для критерію якості покриття (smoothness) — F1 ≈ 0.55, що пояснюється суб'єктивністю відповідних міток в OSM та складністю візуального розрізнення суміжних класів.

Розроблені моделі інтегровано в систему класифікації дорожньої інфраструктури міста Київ. Дана система на основі інформації про координати сегментів пішохідних доріжок створює зважений граф, де вершинами є кінці сегментів та їх точки перетину, ребрами є самі сегменти, а їх вагою – довжина сегментів. Таким чином, будь-який маршрут можна подати у вигляді шляху на цьому графі, що дозволяє шукати оптимальні маршрути за допомогою математичних алгоритмів (зокрема, A*). Система приймає на вхід координати ребра графа вулично-дорожньої мережі, автоматично завантажує відповідне фото та повертає передбачені значення обраних характеристик. Отримані результати можуть бути використані для побудови карти безбар'єрності міського середовища, що є практичним інструментом для містобудівників, людей з обмеженими можливостями пересування та волонтерських організацій.

На основі такої карти можна розробити застосунок для побудови оптимальних маршрутів для користувачів з обмеженою мобільністю. У застосунку користувач може обрати свій тип обмеженої мобільності (наприклад, порушення зору чи слуху, люди похилого віку, батьки з дитячими колясками). Тоді, на основі відповідності тим критеріям, що є суттєвими для даної категорії людей, кожному сегменту співставляється певний коефіцієнт (що є тим меншим, чим краще сегмент підходить під потреби обраної категорії), і в програмі будується оптимальний маршрут допомогою алгоритму A*.

Подальші дослідження передбачають розширення датасету за рахунок зовнішніх відкритих джерел, збільшення кількості класифікованих критеріїв, а також оцінку можливості застосування навчених моделей до інших міст України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Weld H. et al. Deep learning for automated sidewalk assessment: a survey. ACM Computing Surveys. 2022. Vol. 54, No. 8.
2. Hwang H. et al. Synthetic data augmentation for robotic mobility aids to support blind and low vision people. Proceedings of RiTA. 2024.
3. OpenStreetMap Contributors. OpenStreetMap. URL: https://www.openstreetmap.org
4. Tan M., Le Q. V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of ICML. 2019. P. 6105–6114.
5. Oquab M. et al. DINOv2: Learning Robust Visual Features without Supervision. Transactions on Machine Learning Research. 2024.

УДК 004.9:640.43

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БРОНЮВАННЯМ СТОЛИКІВ У РЕСТОРАНІ З АНАЛІТИКОЮ НАВАНТАЖЕННЯ

Дробязко М.В., науковий керівник Золотуха Р.А.

Зростання вимог до якості обслуговування клієнтів у ресторанному бізнесі зумовлює необхідність впровадження інформаційних систем, здатних забезпечити ефективне управління процесами бронювання столиків. Використання традиційних підходів, що базуються на ручному веденні записів або ізольованих цифрових інструментах, не дозволяє оперативно оцінювати завантаженість закладу, враховувати часові інтервали та мінімізувати конфлікти бронювань. Унаслідок цього виникають простої або перевантаження залу, що негативно впливає на фінансові показники та рівень обслуговування. Отже, актуальним є створення інформаційної системи, яка забезпечує централізоване керування бронюванням столиків із можливістю аналітичної оцінки навантаження.

Об’єктом дослідження є процес організації бронювання столиків у закладах ресторанного господарства, предметом - моделі даних і алгоритми розподілу ресурсів ресторану, що враховують часові обмеження та параметри клієнтського обслуговування. Метою дослідження є підвищення ефективності використання ресурсів ресторану шляхом автоматизації процесу бронювання та впровадження механізмів аналізу завантаженості.

Запропонована система базується на подієво-орієнтованому підході, відповідно до якого кожна операція бронювання змінює стан доступності столиків у межах визначених часових інтервалів. Алгоритм розподілу враховує місткість столика, часовий слот, зону розміщення та пріоритет клієнта, що дозволяє зменшити кількість конфліктів бронювання та підвищити рівень заповнюваності закладу. Для обробки даних використано агрегування інформації за часовими періодами з розрахунком коефіцієнтів завантаження, що забезпечує можливість оцінювання динаміки відвідуваності.

Інтерфейс користувача реалізовано у вигляді інтерактивної панелі, яка забезпечує введення даних про бронювання, перегляд доступності столиків і контроль поточного стану залу, що представлено на рис. 1.

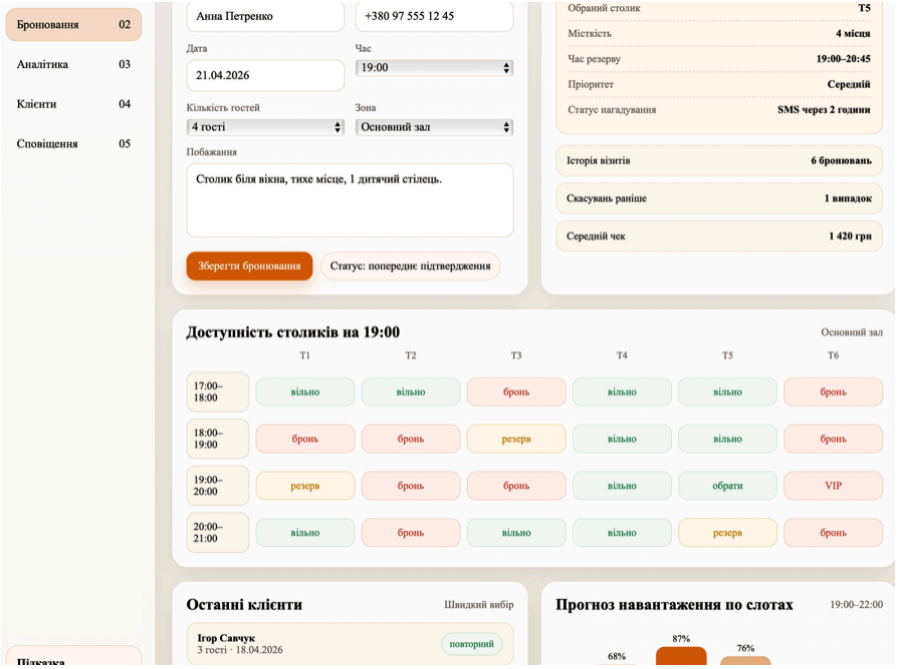


Рис. 1 Інтерфейс системи бронювання столиків

Відображення інформації у вигляді часової матриці дозволяє оперативно ідентифікувати вільні та зайняті інтервали, що спрощує прийняття рішень під час обслуговування клієнтів. Архітектура системи побудована за клієнт-серверною моделлю з використанням веб-технологій, де взаємодія між компонентами здійснюється через HTTP-запити, а обробка даних реалізована на сервері застосунку з використанням реляційної бази даних, що забезпечує цілісність і узгодженість інформації, що представлено на рис. 2.

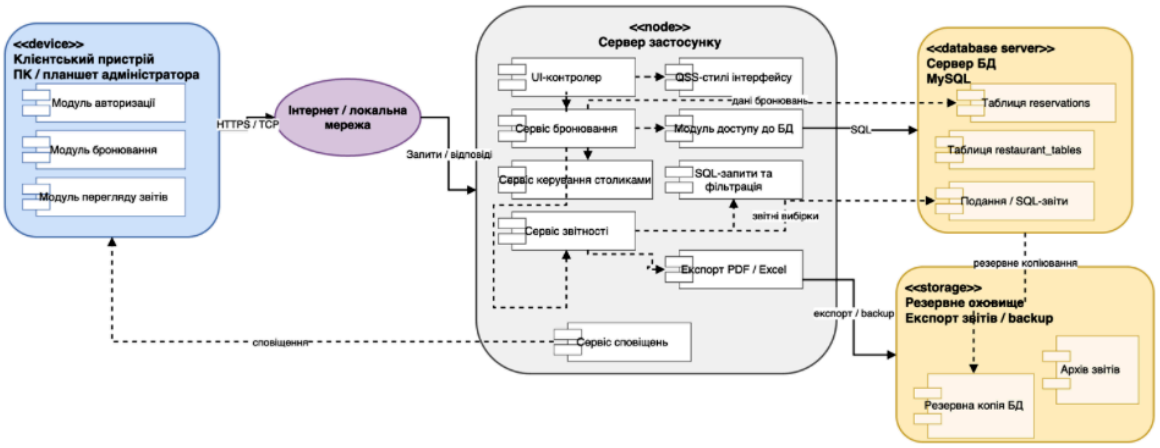


Рис. 2 Архітектура системи бронювання столиків

У результаті реалізації системи досягнуто підвищення ефективності управління бронюванням за рахунок автоматичного контролю доступності столиків і синхронізації даних у реальному часі. Проведене тестування підтвердило коректність роботи алгоритмів розподілу та відсутність дублювання бронювань, а також показало покращення показників використання ресурсів ресторану та зменшення кількості помилок у процесі обслуговування клієнтів. Використання аналітичних механізмів дозволяє оцінювати завантаженість залу та формувати рекомендації щодо оптимізації роботи закладу.

Розроблена інформаційна система забезпечує автоматизацію процесу бронювання столиків, підвищує прозорість управління ресурсами та створює умови для ефективного аналізу діяльності ресторану. Отримані результати можуть бути використані для подальшого розвитку систем підтримки прийняття рішень у сфері ресторанного бізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Osterwalder A., Pigneur Y. *Business model generation*. Wiley, 2010.
2. Hwang K., Dongarra J. *Distributed and cloud computing*. Morgan Kaufmann, 2012.
3. Zhang Y. Restaurant table management using optimization algorithms // *IEEE Access*. 2021.
4. OpenTable. Restaurant reservation systems overview [Electronic resource]. URL: https://www.opentable.com
5. MySQL Documentation [Electronic resource]. URL: https://dev.mysql.com/doc/

УДК 004.42:004.738.5:794

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОЛЕКЦІОНУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ВІДЕОІГОР ЗА РЕЙТИНГАМИ КОРИСТУВАЧІВ

Сапега С.О., науковий керівник Панкратьєв В.О.

Розвиток індустрії відеоігор зумовлює потребу у створенні програмних систем, які дозволяють користувачам не лише зберігати перелік пройдених або запланованих ігор, а й аналізувати власні оцінки, жанрові вподобання, активність за платформами та динаміку проходження. Використання звичайних таблиць або нотаток не забезпечує структурованого обліку колекції, швидкого пошуку, формування статистики та порівняння ігор за рейтингами. Тому актуальним є створення програмного забезпечення, яке поєднує функції персонального каталогу, системи оцінювання, рецензування та аналітичної панелі користувача.

Об’єктом дослідження є процес ведення персональної колекції відеоігор та оцінювання ігрового досвіду користувачів. Предметом дослідження є моделі даних, алгоритми формування рейтингу, засоби обліку колекції та програмні механізми аналітичної обробки інформації про відеоігри. Метою дослідження є підвищення зручності керування особистою ігровою колекцією шляхом автоматизації обліку відеоігор, оцінок, відгуків і статистичних показників активності користувача.

Запропонована система реалізується як програмне забезпечення Game Archive, у якому користувач може створювати власну колекцію, додавати відеоігри, зазначати платформу, жанр, статус проходження, власну оцінку та текстовий відгук. Для розширення інформаційної бази системи можуть використовуватися відкриті ігрові каталоги та API, зокрема IGDB, RAWG і Steam Web API, які надають структуровані дані про відеоігри, платформи, жанри та інші метадані. Інтерфейс користувача представлено у вигляді аналітичної панелі, що наведена на рис. 1.

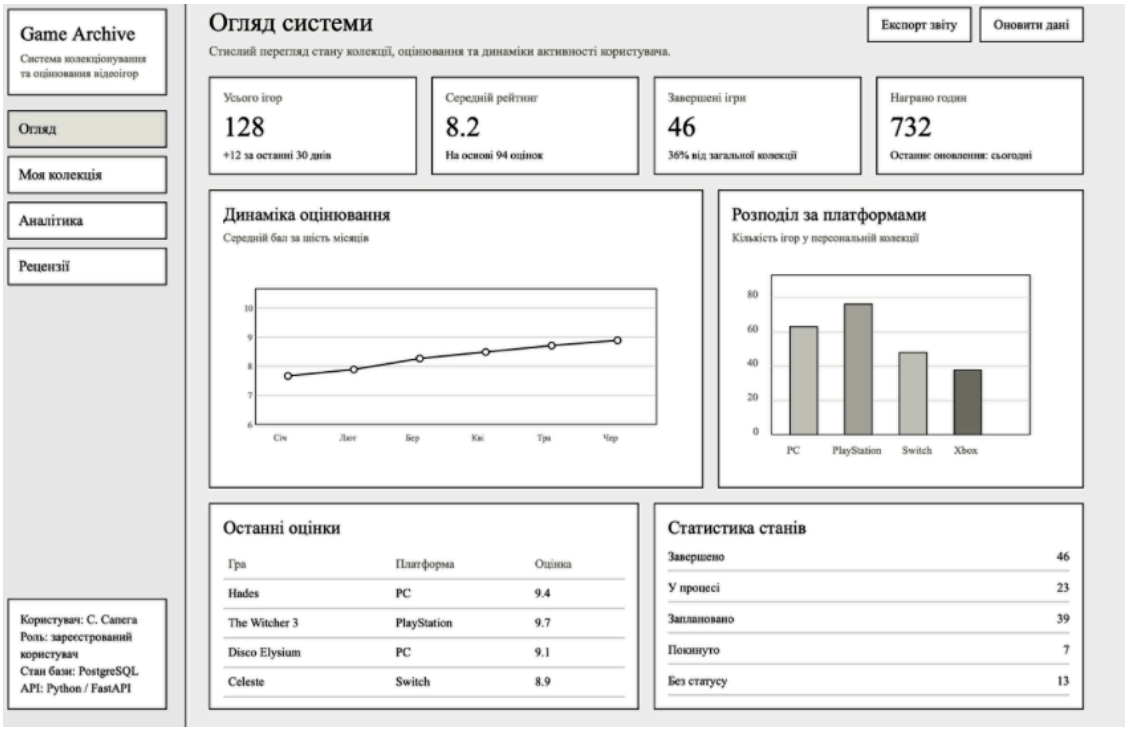


Рис. 1 Інтерфейс аналітичної панелі системи Game Archive

Вона містить основні показники колекції: загальну кількість ігор, середній рейтинг, кількість завершених ігор і сумарний час ігрової активності. Додатково передбачено блоки динаміки оцінювання, розподілу ігор за платформами, останніх оцінок і статистики станів проходження. Такий підхід дозволяє користувачу не лише

переглядати список ігор, а й оцінювати власну активність, визначати переважні платформи та аналізувати зміну інтересів у часі.

Структура програмної системи формалізована за допомогою UML-діаграми класів, що наведена на рис. 2. Основними класами є Користувач, Колекція, Відеогра, Жанр, Оцінка та Відгук. Користувач створює та керує колекціями, колекція містить набір відеоігор, кожна відеогра належить до одного або кількох жанрів, може отримувати оцінки та мати відгуки.

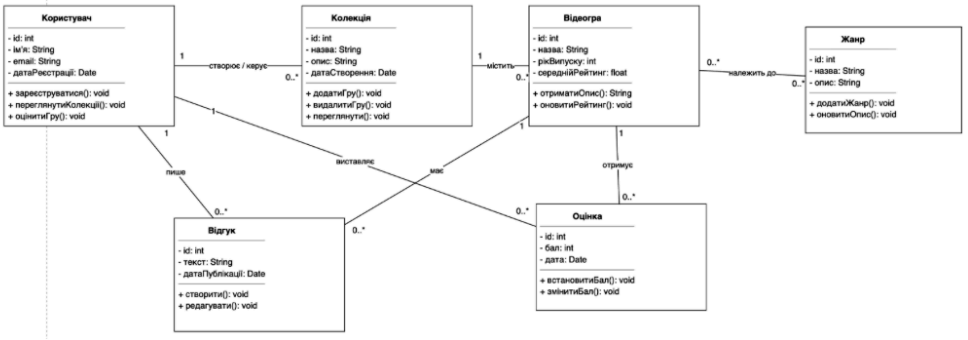


Рис. 2 Діаграма класів програмного забезпечення з колекціонування та оцінювання відеоігор

Клас Оцінка забезпечує фіксацію числового бала, а клас Відгук - збереження текстового враження користувача після проходження або ознайомлення з грою.

Алгоритм роботи системи передбачає реєстрацію користувача, створення колекції, додавання гри, вибір її жанру та платформи, внесення статусу проходження, встановлення оцінки й формування відгуку. На основі накопичених даних система розраховує середній рейтинг, кількість завершених ігор, розподіл за платформами, список останніх оцінок і статистику за станами. Підхід до формування рейтингу орієнтується на користувацькі оцінки, а для порівняння з зовнішніми джерелами можуть враховуватися агреговані рейтинги ігрових платформ, наприклад Metacritic, де підсумкові оцінки формуються на основі оброблення рецензій та балів.

У результаті реалізації системи користувач отримує зручний інструмент для ведення особистої ігрової бібліотеки, аналізу власних оцінок і формування статистичних звітів. Програмне забезпечення дозволяє уникнути хаотичного збереження інформації про ігри, спрощує пошук у колекції, забезпечує контроль стану проходження та дає можливість експортувати звітні дані. Використання серверної частини, API та бази даних забезпечує цілісність інформації, швидке оновлення даних і можливість подальшого розширення функціоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IGDB. API Documentation: Video Game Database API.
2. RAWG. Video Games Database API Documentation. Д
3. Steamworks Documentation. Web API Overview.
4. Metacritic Help Center. How do you compute METASCORES?
5. PostgreSQL Documentation. The PostgreSQL Global Development Group. Дата звернення: 27.04.2026.
6. FastAPI Documentation. FastAPI framework documentation.

УДК 004.42:613.2:004.738.5

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КАЛОРІЙ ТА ХАРЧУВАННЯ

Бобко М.М., науковий керівник Міловідов Ю.О.

Актуальність теми зумовлена потребою користувачів у зручному контролі добової калорійності, структури раціону та відповідності харчування індивідуальним цілям. Нерегулярне ведення записів про прийоми їжі ускладнює оцінювання фактичного споживання калорій, білків, жирів і вуглеводів, а також не дозволяє своєчасно виявляти відхилення від запланованої норми. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я, збалансований раціон є важливим чинником підтримки здоров'я, а цифрові засоби можуть використовуватися для кращого самоконтролю харчових звичок.

Об'єктом дослідження є процес обліку та аналізу добового харчування користувача. Предметом дослідження є моделі даних, алгоритми розрахунку калорійності, контролю макронутрієнтів і формування аналітичних звітів. Метою дослідження є підвищення ефективності контролю харчування шляхом автоматизації обліку прийомів їжі, розрахунку поживної цінності продуктів і порівняння фактичних показників із цільовими нормами.

Запропоноване програмне забезпечення передбачає ведення профілю користувача, у якому зберігаються вік, стать, зріст, вага та рівень активності. На основі цих параметрів система визначає індивідуальну добову ціль і дозволяє користувачу встановлювати план харчування за калоріями, білками, жирами та вуглеводами. Для розрахунку енергетичних потреб можуть застосовуватися відомі рівняння оцінювання основного обміну, зокрема рівняння Mifflin–St Jeor, яке використовується для прогнозування витрат енергії у стані спокою.

Інформаційна модель системи охоплює сутності користувача, профілю, прийому їжі, позиції прийому їжі, продукту, цілі харчування, звіту та адміністратора. Користувач реєструється в системі, оновлює персональні дані, додає прийоми їжі, обирає продукти з каталогу та переглядає результати аналізу. Продукт містить дані про калорійність, білки, жири, вуглеводи й алергени на 100 г, що дає змогу автоматично обчислювати харчову цінність кожної позиції.

Інтерфейс користувача реалізовано у вигляді аналітичної панелі, що представлена на рис. 1.



Рис. 1 Інтерфейс головної панелі системи моніторингу калорій та харчування

Вона відображає кількість спожитих калорій, білків, жирів і вуглеводів, статус виконання добової норми, динаміку калорійності за тиждень та перелік останніх прийомів їжі. Такий підхід дозволяє користувачу швидко оцінити поточний стан

харчування, визначити залишок до цільової норми та виявити надлишок або нестачу окремих компонентів раціону.

Структура програмного забезпечення подана на діаграмі класів, що наведена на рис. 2. Основними класами є Користувач, Профіль, ЦільХарчування, ПрийомЇжі, ПозиціяПрийомуЇжі, Продукт, Звіт та Адміністратор. Користувач пов’язаний із профілем, цілями харчування, прийомами їжі та звітами.

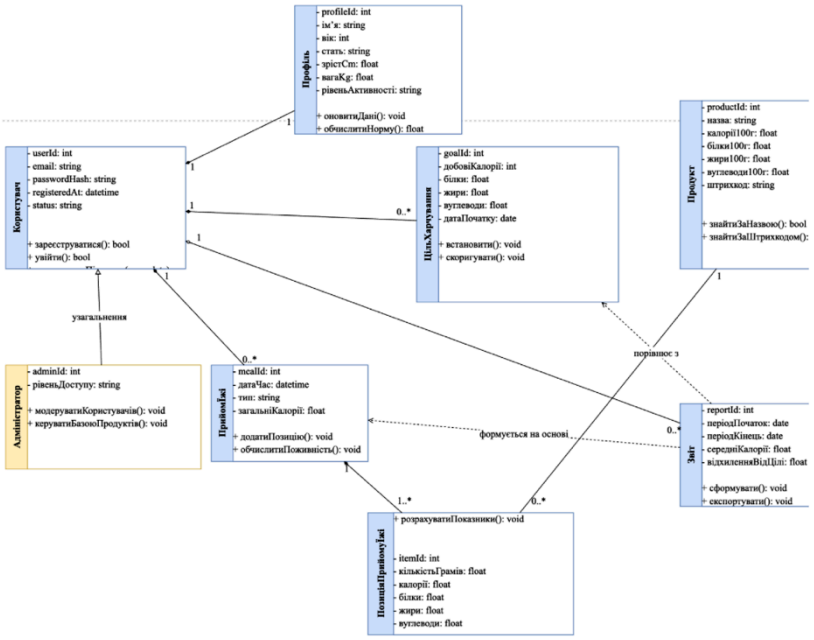


Рис. 2 Діаграма класів програмного забезпечення для моніторингу калорій та харчування

Прийом їжі складається з однієї або кількох позицій, кожна з яких пов’язана з конкретним продуктом. Звіт формується на основі прийомів їжі та порівнює фактичні показники з установленими цілями.

Алгоритм роботи системи передбачає реєстрацію користувача, заповнення профілю, встановлення добової цілі, додавання продуктів до прийому їжі, автоматичне обчислення калорійності та макронутрієнтів, оновлення добової статистики й формування звіту. Під час аналізу враховується не лише загальна калорійність, а й структура раціону, оскільки співвідношення білків, жирів і вуглеводів є важливим показником якості харчування. Рекомендовані діапазони розподілу макронутрієнтів визначаються у Dietary Reference Intakes як орієнтир для оцінювання збалансованості раціону.

У результаті реалізації системи користувач отримує інструмент для щоденного контролю харчування, перегляду статистики, аналізу відхилень від добової норми та експорту звітів. Програмне забезпечення зменшує потребу в ручних розрахунках, забезпечує структуроване зберігання даних і створює основу для подальшого впровадження рекомендаційного модуля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization. Healthy diet.
2. U.S. Department of Agriculture. FoodData Central API Guide.
3. Mifflin M. D., St Jeor S. T., Hill L. A. et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. American Journal of Clinical Nutrition, 1990.
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Description of the Acceptable Macronutrient Distribution Range.
5. FastAPI. FastAPI framework documentation.

УДК 004.8:004.75

АРХІТЕКТУРА FEDRAG ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДПОВІДЕЙ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ З ГЕТЕРОГЕННИМИ ДАНИМИ

Корнілов І. С., науковий керівник Вайганг Г. О.

Сучасні корпоративні та наукові інформаційні системи оперують даними, що зберігаються у розподілених гетерогенних сховищах: текстові документи, структуровані таблиці та графи знань можуть перебувати на різних вузлах відповідно до вимог регуляторів щодо локалізації (GDPR, HIPAA) або архітектурних рішень. Метод генерації відповідей з підкріпленням пошуком (Retrieval-Augmented Generation, RAG) [1] ефективно зменшує кількість фактичних помилок великих мовних моделей завдяки динамічному доповненню запиту релевантним контекстом із зовнішніх джерел. Огляд Gao та співавторів [2] підтверджує відсутність системних рішень для федеративного RAG з гетерогенними джерелами: класичні підходи передбачають централізований індекс, що практично неможливо у федеративних умовах і суперечить вимогам конфіденційності даних.

Мета дослідження – розробити та обґрунтувати метод RAG для федеративних систем, що здійснюють аналіз різнорідних (гетерогенних) даних, із забезпеченням конфіденційності та адаптивності до різних типів джерел. Завдання: розробити архітектуру федеративного пайплайну; запропонувати механізм адаптивного зважування контекстів; формалізувати підхід до диференційованої приватності (DP); провести порівняльне моделювання.

Запропоновано архітектуру FedRAG (Federated Retrieval-Augmented Generation) з чотирма модулями (рис. 1): локальний ретрівер R_k – виконує гібридний пошук (BM25 + щільні ембедінги) у локальному сховищі вузла; модуль конфіденційності Π_k – додає калібрований гаусів шум до оцінок релевантності для виконання вимог (δ) -диференційованої приватності [3,4]; модуль агрегації A та генератор відповідей G – на центральному координаторі. Жодні сирі дані не залишають межі вузлів: координатор отримує лише агреговані контекстні фрагменти з DP-гарантіями.

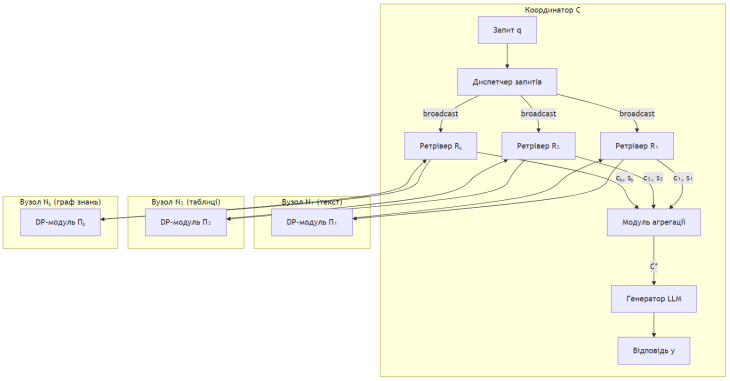


Рис. 1 Архітектура федеративної системи FedRAG

Пайплайн обробки запиту: (1) координатор надсилає ембедінг запиту e_q усім вузлам; (2) кожен вузол виконує локальний пошук (для текстових, табличних і графових джерел – спеціалізовані стратегії); (3) оцінки релевантності приватизуються та передаються координатору; (4) виконується адаптивне зважування та генерація відповіді.

Ключовим внеском є механізм адаптивного зважування контекстних фрагментів. Нормалізація оцінок між вузлами різних типів даних здійснюється методом Reciprocal Rank Fusion (RRF), нечутливим до масштабу. Фінальна вага фрагмента c_i визначається як:

$$w_i = softmax\left(\frac{W_t \cdot [e_q; e_{c_i}; f_i]}{\sqrt{d}}\right)$$

де e_q – ембедінг запиту, e_{c_i} – ембедінг контексту, $f_i = [\hat{s}_i, one - hot(t_i), one - hot(k_i)]$ – вектор ознак (нормалізована релевантність, тип даних, індекс вузла), W_t – навчальна матриця ваг, d – розмірність. Підсумковий контекст C^* формується як топ-m фрагментів за спадною вагою і передається генеративній моделі.

Метод оцінено у синтетичному федеративному середовищі: $K = 5$ вузлів із різними типами даних (наукові публікації, технічна документація, табличні дані у форматі CSV, граф знань у форматі RDF, змішаний сховище), 1000 тестових запитів різної складності. FedRAG досягає F1 = 0,583 проти F1 = 0,614 у централізованого RAG, тобто 95,7% якості без централізації даних. Порівняно з наївним федеративним об'єднанням без адаптивного зважування (F1 = 0,512) приріст становить +13,9%, що підтверджує цінність запропонованого механізму. Механізм диференційованої приватності ($\varepsilon = 5,0$) спричиняє лише 2,5% зниження F1 відносно варіанта без захисту, що є прийнятним компромісом для практичних застосувань. Зі збільшенням кількості вузлів від 2 до 15 якість монотонно зростає, а латентність зростає сублінійно – горизонтальна масштабованість підтверджена. Детальне порівняння з підходом Shojaee та співавт. [5], що вирішує схожу задачу лише для текстових даних, показує перевагу FedRAG у підтримці гетерогенних типів і наявності формальних гарантій конфіденційності.

Запропоновано метод FedRAG, що вперше поєднує крос-модальну адаптивну агрегацію контекстів із гарантіями (δ)-диференційованої приватності у федеративній задачі пошуку з генерацією відповідей. Метод забезпечує 95,7% якості централізованого підходу при повному збереженні локальності даних. Практична значимість – застосування у корпоративних системах із конфіденційними розподіленими сховищами (медицина, фінанси, державне управління). Наукова новизна полягає у розробці методу FedRAG, що вперше поєднує федеративну архітектуру генерації з підкріпленням пошуком із механізмами крос-модальної адаптивної агрегації та формальними гарантіями диференційованої приватності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. P. 9459–9474.
2. Gao Y., Xiong Y., Gao X. et al. Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey // arXiv. 2024. [Електронний ресурс]. DOI: 10.48550/arXiv.2312.10997.
3. Li T., Sahu A. K., Talwalkar A., Smith V. Federated Learning: Challenges, Methods, and Future Directions // IEEE Signal Processing Magazine. 2020. Vol. 37, No. 3. P. 50–60. DOI: 10.1109/MSP.2020.2975749.
4. Rafi T. H., Noor F. A., Hussain T., Chae D. Fairness and Privacy Preserving in Federated Learning: A Survey // Information Fusion. 2024. Vol. 105. Article 102198. DOI: 10.1016/j.inffus.2023.102198.
5. Shojaee P., Harsha S. S., Luo D. et al. Federated Retrieval Augmented Generation for Multi-Product Question Answering // Proceedings of the COLING 2025 Industry Track. Abu Dhabi, 2025. P. 387–397.

УДК 004.9:640.43

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ НАДАННЯ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ З ПОВТОРНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ СТУДЕНТАМИ СТРУКТУРНОГО ПІДРОЗДІЛУ УНІВЕРСИТЕТУ

Кириченко В.С., науковий керівник Кузьмінська О.Г.

Сучасні умови організації освітнього процесу у закладах вищої освіти потребують ефективного управління індивідуальними освітніми траєкторіями студентів, зокрема у випадках повторного вивчення дисциплін. Використання паперових або частково автоматизованих процедур обробки заяв призводить до затримок у прийнятті рішень, дублювання даних і недостатньої прозорості процесу. Відсутність інтегрованого інформаційного середовища ускладнює взаємодію між студентами, кафедрами, деканатом та бухгалтерією, що негативно впливає на якість освітніх послуг. Отже, актуальним є впровадження інформаційної системи, що забезпечує автоматизацію процесів подання, розгляду та реалізації заяв на повторне вивчення дисциплін.

Об’єктом дослідження є процес організації повторного вивчення дисциплін у структурному підрозділі університету, предметом - моделі даних і алгоритми обробки заяв студентів та прийняття управлінських рішень у навчальному процесі. Метою дослідження є підвищення ефективності надання освітніх послуг шляхом автоматизації взаємодії учасників процесу та забезпечення прозорості обробки заяв.

Запропонована система базується на процесно-орієнтованому підході, відповідно до якого кожна заявка студента проходить визначені етапи обробки, включаючи перевірку можливості повторного вивчення, прийняття рішення та організацію навчального процесу [1]. Алгоритм функціонування системи передбачає валідацію вхідних даних, визначення статусу заявки, обробку альтернативних сценаріїв та інтеграцію з зовнішніми підсистемами університету. Особливістю запропонованого підходу є поєднання автоматичної перевірки відповідності умовам повторного вивчення з підтримкою прийняття рішень на рівні адміністрації [2].

Функціональні можливості системи узагальнено у вигляді таблиці прецедентів (табл. 1), яка відображає основні сценарії взаємодії користувачів із системою та їх результат.

Таблиця 1 – Основні прецеденти інформаційної системи

Актор	Прецедент	Опис	Результат
Студент	Подання заявки	Введення даних про дисципліну, причину, період	Створена заявка
Деканат	Розгляд заявки	Прийняття рішення щодо заявки	Схвалення або відмова
Бухгалтерія	Формування рахунку	Розрахунок вартості (за потреби)	Створений рахунок
Студент	Оплата	Підтвердження оплати	Оплачена заявка
Система	Формування розкладу	Інтеграція з навчальною підсистемою	Дисципліна додана до розкладу
Викладач	Оцінювання	Контроль результатів навчання	Сформована оцінка

Архітектура системи реалізована за клієнт-серверною моделлю з використанням веб-порталу як основного інтерфейсу взаємодії користувачів [3]. Послідовність виконання операцій від подання заявки до зарахування студента на дисципліну включає перевірку умов, прийняття рішення, формування рахунку, підтвердження оплати та інтеграцію з підсистемою розкладу, що представлено на рис. 1.

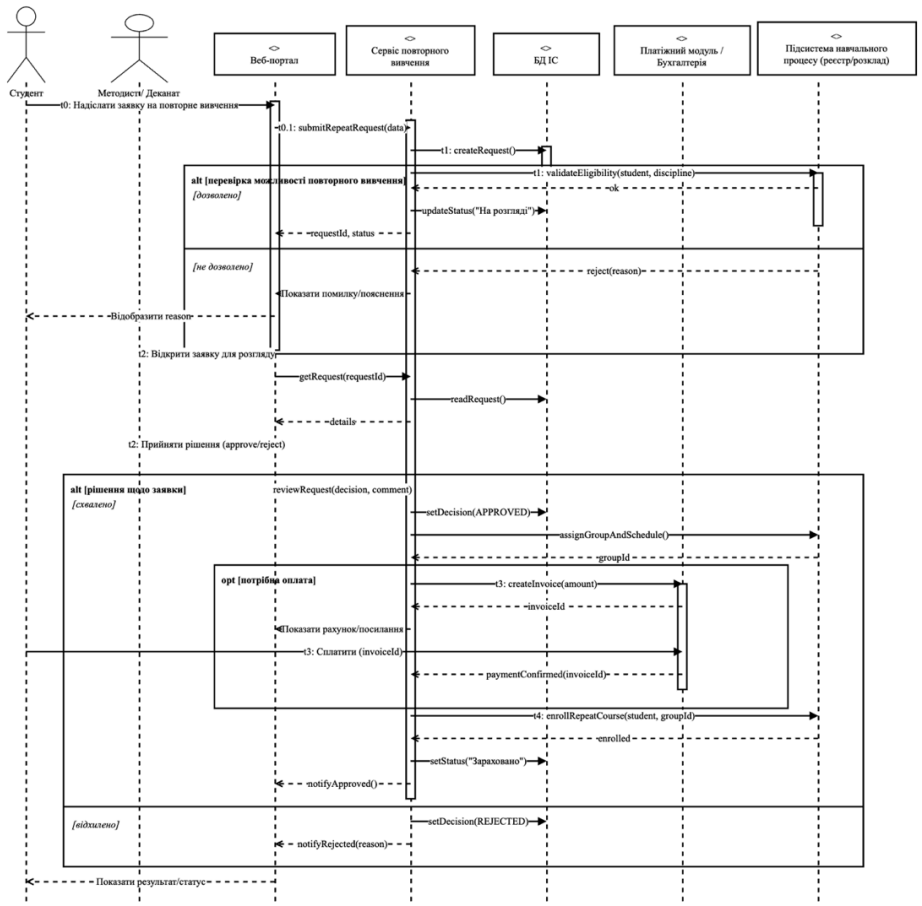


Рис. 1 Діаграма послідовності процесу обробки заявки

Наявність альтернативних гілок обробки забезпечує гнучкість системи та можливість реагування на різні сценарії, включаючи відхилення заяв. У результаті реалізації системи досягнуто підвищення ефективності обробки заяв, зменшення кількості помилок у документообігу та покращення прозорості прийняття рішень. Проведене тестування підтвердило коректність обробки запитів, синхронізацію даних між підсистемами та стабільність функціонування при обробці типових сценаріїв. Використання автоматизованих процедур дозволяє скоротити час розгляду заяв та підвищити якість обслуговування студентів.

Запропонована інформаційна система забезпечує комплексну підтримку процесу повторного вивчення дисциплін, підвищує ефективність взаємодії між учасниками освітнього процесу та створює основу для подальшого розвитку цифрових сервісів у сфері вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bates T. Teaching in a digital age. Vancouver: BCcampus, 2019. (date of access: 27.04.2026).
2. Al-Fraihat D. Evaluating e-learning systems success. Computers in Human Behavior. 2020. (date of access: 27.04.2026).
3. Pratama A. A., Mutiara A. B. Software Quality Analysis for Halodoc Application using ISO 25010:2011. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2021. Vol. 12, no. 8. URL: https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0120844. Home - Open edX. *Open edX*. URL: https://openedx.org/
4. PostgreSQL: Documentation. *PostgreSQL: The world's most advanced open source database*. URL: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.32"2026"

КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ ОСВІТНЬОЇ АНАЛІТИКИ

Ліпатов Р. М., аспірант кафедри інформаційних систем і технологій

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасна трансформація ринку праці, що зумовлена цифровізацією та швидкою зміною технологій, актуалізує потребу в безперервному навчанні, перенавчанні для опанування нового фаху або зміни кар'єрного напряму та підвищення кваліфікації в межах наявного фаху дорослих слухачів. Саме в таких умовах інформаційні системи навчання відіграють ключову роль у забезпеченні гнучких і персоналізованих освітніх траєкторій, здатних враховувати попередній досвід, професійні потреби та індивідуальні цілі здобувачів освіти.

Вагомого значення набуває освітня аналітика як інструмент збору та інтерпретації даних про навчальну діяльність дорослих, що дозволяє адаптувати зміст, формат навчання відповідно до їх індивідуальних характеристик тощо. Адаптивне навчання в таких системах базується на систематизованих даних про поведінку та стан слухача. Водночас відсутність системної класифікації факторів адаптивного навчання в контексті освіти дорослих ускладнює розробку ефективних інформаційних систем і обмежує можливий потенціал використання аналітичних даних для підтримки персоналізованого навчання.

У зв'язку з цим метою дослідження є систематизація та формалізація факторів адаптивного навчання як структурованого набору даних для моделювання персоналізованих освітніх процесів в інформаційних системах.

Дослідження у галузі відстеження знань показали, що послідовності взаємодій із завданнями інформативніші за окремі оцінки, проте питання структурування факторів для адаптивної системи залишилося відкритим (Abdelrahman et al., 2023).

На основі аналізу літератури з освітньої аналітики (Leitner et al., 2021) виділено чотири принципово різні групи факторів. Когнітивні фактори — результати тестування, точність відповідей, кількість спроб (Abdelrahman et al., 2023) утворюють числову основу моделі знань. Поведінкові — активність у системі, тривалість роботи з матеріалом, частота повторних переглядів (Leitner et al., 2021) фіксуються через логи LMS; слухачі, які активні з перших тижнів, рідше кидають навчання (Liu et al., 2025). З психоемоційними факторами складніше — стійкість уваги, ознаки когнітивного перевантаження, рівень мотивації напряму не виміряти. Доводиться виводити їх опосередковано: через темп відповідей, паузи між діями, зміну швидкості між сесіями (Leitner et al., 2021). Четверту групу утворюють контекстуальні фактори: характеристики пристрою, час доби навчання, стабільність доступу до мережі. Для дорослих ці метадані критичні, бо без них поведінкові показники просто неможливо правильно читати (Knowles, 1984). Класифікацію факторів за групами, типами даних та джерелами збору наведено у таблиці 1, складеній автором на основі аналізу джерел (Liu et al., 2025; Leitner et al., 2021; Knowles, 1984; Abdelrahman et al., 2023).

Таблиця 1 - Класифікація вхідних факторів адаптивного навчання

Група факторів	Показники	Тип даних	Джерело даних
Когнітивні (Abdelrahman et al., 2023)	Результати тестування, рівень засвоєння тем, точність відповідей, кількість спроб	Числові, рівневі (0–100)	Вхідна діагностика, CAT-тестування
Поведінкові (Liu et al., 2025; Leitner et al., 2021)	Активність у системі, тривалість роботи з матеріалом, кількість помилок, частота повторних переглядів	Часові мітки, лічильники подій	Логи LMS, xAPI-індикатори

Психоемоційні (Leitner et al., 2021)	Стійкість уваги, ознаки когнітивного перевантаження, рівень мотивації	Розрахункові (темп відповідей, тривалість пауз)	Аналіз часових патернів взаємодії зі системою
Контекстуальні (Knowles, 1984)	Тип пристрою, час доби навчання, стабільність мережевого з'єднання	Метадані сесії	Системні фактори платформи та профілю

Різнорідність методів обробки і стала критерієм поділу: когнітивні лягають у моделі DKT (Abdelrahman et al., 2023), поведінкові обробляються як часові ряди, контекстуальні потребують нормалізації.

Таким чином, у роботі запропоновано чотирикомпонентну класифікацію вхідних факторів для систем адаптивного навчання: когнітивні, поведінкові, психоемоційні та контекстуальні. Класифікацію побудовано за критерієм методу отримання та обробки даних (Liu et al., 2025; Leitner et al., 2021; Knowles, 1984; Abdelrahman et al., 2023). У проаналізованій літературі подібного підходу до структурування факторів не зустрічалося. Ключовою відмінністю від наявних підходів є включення психоемоційних факторів як самостійної групи, що дає змогу моделювати стан слухача не лише через академічні результати, а й через динаміку його взаємодії зі системою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdelrahman, G., Wang, Q., & Perez-Valero, E. (2023). Knowledge tracing: A survey. *ACM Computing Surveys*, *55*(11), Article 224. https://doi.org/10.1145/3569576
2. Knowles, M. S., et al. (1984). *Andragogy in action: Applying modern principles of adult education*. Jossey-Bass.
3. Leitner, P., Ebner, M., Ebner, M. (2021). Learning Analytics Challenges to Overcome in Higher Education Institutions. In: Ifenthaler, D., Mah, DK., Yau, J.YK. (eds) Utilizing Learning Analytics to Support Study Success. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64792-0_6
4. Liu, Z., Zhou, X., & Liu, Y. (2025). Student Dropout Prediction Using Ensemble Learning with SHAP-Based Explainable AI Analysis. *Journal of Social Systems and Policy Analysis*, *2*(3), 111-132. https://doi.org/10.62762/JSSPA.2025.321501.

УДК 004.42:004.89:004.738.5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ОЦІНКИ ВІДЕОІГОР З РЕЙТИНГАМИ КОРИСТУВАЧІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФІШИНГОВИХ АТАК

Нестеров Д.Ю., науковий керівник Василюк Зайцева С.В.

Зростання обсягів цифрового контенту у сфері відеоігор зумовлює необхідність створення інтелектуальних систем, які дозволяють ефективно аналізувати рейтинги, відгуки та поведінку користувачів. Традиційні каталоги ігор забезпечують лише зберігання інформації, але не надають інструментів для глибокого аналізу оцінок, виявлення тенденцій та формування рекомендацій. Це ускладнює прийняття рішень користувачами щодо вибору ігор та оцінювання їх якості.

Об’єктом дослідження є процес аналізу користувацьких оцінок відеоігор. Предметом - методи обробки даних, машинного навчання та програмні засоби формування аналітики і рекомендацій. Метою є підвищення ефективності аналізу ігрового контенту шляхом автоматизації обробки рейтингів і впровадження інтелектуальних алгоритмів оцінювання.

Запропонована система реалізує збір даних із зовнішніх джерел (Steam, Reddit, YouTube, Twitch) через REST API, їх обробку та передачу через ETL-модуль у систему потокової обробки (Kafka). Архітектура системи (рис. 1) побудована за модульним принципом і включає рівні Presentation, Application, Analytics та Data. Основними компонентами є API Gateway (FastAPI), сервіс автентифікації (JWT), аналітичний модуль (ML/NLP), база даних (PostgreSQL/SQLite) та кеш (Redis).

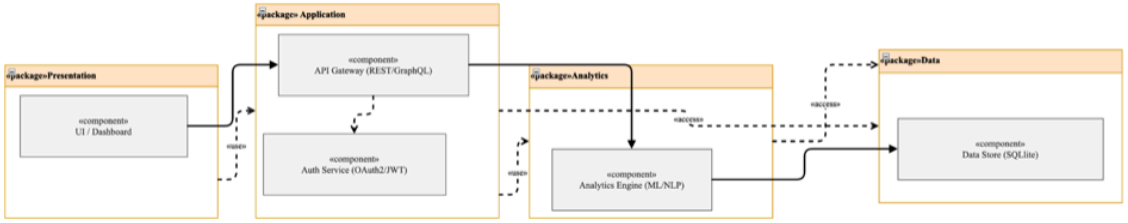


Рис. 1 Архітектура програмної системи аналізу відеоігор

Інтелектуальний аналіз виконується на аналітичному сервері (рис. 2), де застосовуються алгоритми машинного навчання для кластеризації користувачів, оцінювання якості ігор та формування рекомендацій. Для обробки текстових відгуків використовуються методи NLP, а для побудови моделей - бібліотеки TensorFlow та scikit-learn. Результати аналізу агрегуються у вигляді звітів та аналітичних показників.

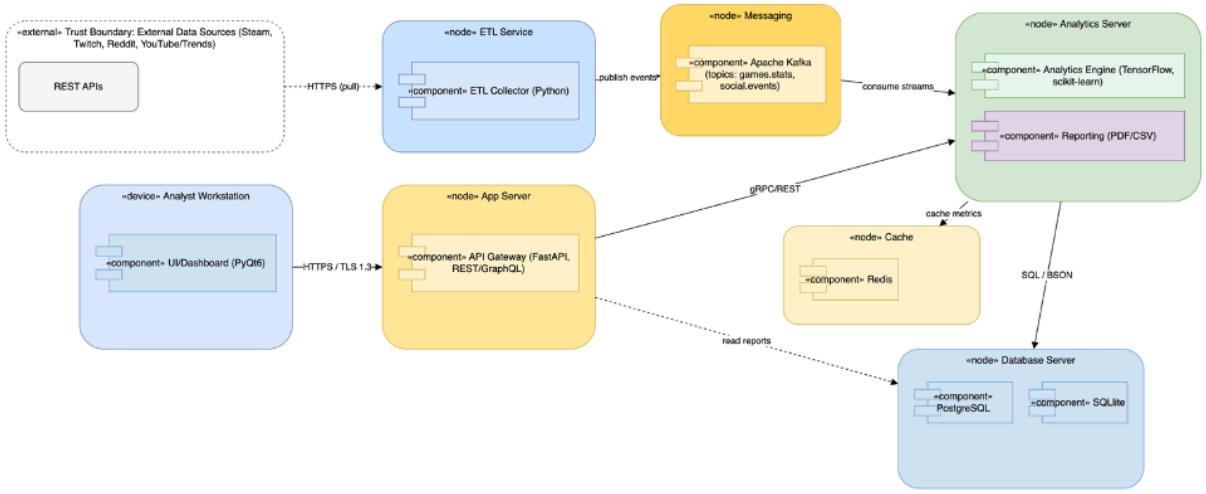


Рис. 2 Розгортання компонентів системи аналітики та обробки даних

Інтерфейс користувача забезпечує візуалізацію рейтингових показників, динаміки оцінок, популярності ігор та рекомендацій (рис. 1). Користувач отримує доступ до персоналізованої аналітики, що дозволяє оцінити власні вподобання та знайти релевантний контент.

У результаті реалізації системи забезпечується автоматизований аналіз великих обсягів даних, підвищується точність оцінювання відеоігор та створюються умови для формування інтелектуальних рекомендацій. Використання потокової обробки даних і масштабованої архітектури дозволяє системі ефективно працювати в умовах високого навантаження.

Інтелектуальна система аналізу відеоігор поєднує методи машинного навчання, обробки даних та сучасні вебтехнології, що дозволяє створити ефективний інструмент для аналізу рейтингової інформації та підтримки прийняття рішень користувачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. APWG. Phishing Activity Trends Report. URL: https://apwg.org/trendsreports
2. UCI Machine Learning Repository. Phishing Websites Data Set. URL: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/phishing+websites
3. Scikit-learn. RandomForestClassifier. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestClassifier.html
4. OWASP Foundation. Application Security Verification Standard. URL: https://owasp.org/www-project-application-security-verification-standard/
5. OWASP Foundation. Logging Cheat Sheet. URL: https://github.com/OWASP/CheatSheetSeries/blob/master/cheatsheets/Logging_Cheat_Sheet.md
6. CISA. Recognize and Report Phishing. URL: https://www.cisa.gov/news-events/news/recognize-and-report-phishing

УДК 004.42

АРХІТЕКТУРА ПРОТОТИПУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИМАЛЬНОГО ПІДБОРУ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ДИЗАЙНУ

Іманов А.М., науковий керівник Ткаченко О.М.

Сучасні системи просторового дизайну переважно орієнтовані на візуалізацію або ручне конструювання інтер'єрних рішень, тоді як етап попереднього добору параметрів, узгодження обмежень і формування цілісної конфігурації простору часто залишається евристичним і суттєво залежить від досвіду дизайнера. Це ускладнює повторне використання успішних рішень, збільшує час проєктування та зменшує придатність таких підходів до інтеграції у веборієнтовані сервіси підтримки прийняття рішень.

У попередніх роботах автора було запропоновано підхід до формалізації фільтраційного добору параметрів просторового дизайну та визначено базові етапи побудови системи підтримки прийняття рішень у цій предметній області [1; 2]. Подальшим кроком є перехід від теоретичної моделі до програмної імплементації у вигляді прототипу інформаційної технології.

Метою даних тез є стислий опис архітектури прототипу інформаційної технології оптимального підбору параметрів для систем генерування просторового дизайну та визначення первинних результатів її побудови. Прототип орієнтований на вебреалізацію і включає такі логічні модулі: інтерфейс опитування користувача; модуль нормалізації відповідей у вектор параметрів; базу знань із таблицями відповідностей і правилами впливу параметрів; модуль ієрархічного виключення та ранжування; генератор параметризованого запиту; модуль інтеграції із системою штучного інтелекту; модуль візуалізації 2D-плану; модуль логування сценаріїв; модуль первинного оцінювання якості результату.

Основу прототипу становить параметрична база знань, у якій параметри згруповано за кількома категоріями: характеристики об'єкта, ресурсні обмеження, естетичні вподобання, матеріальні преференції та експлуатаційні вимоги. Такий підхід ґрунтується на узагальненні ідей просторових обчислень, параметричного дизайну, ергономіки та інтер'єрного проєктування [3; 4]. Для відбору варіантів застосовується ієрархічний механізм виключення, а для допустимих стилів обчислюється інтегральна оцінка на основі вагових коефіцієнтів.

Для апробації підходу передбачено набір типових тестових сценаріїв, які відрізняються площею приміщення, бюджетом, стильовими пріоритетами та матеріальними обмеженнями. Для кожного сценарію прототип має сформувати ранжований список допустимих стилів, побудувати параметризований запит і повернути структурований результат, придатний до візуалізації та подальшого оцінювання.

Після вибору стилю та узгодження набору параметрів формується параметризований запит до системи штучного інтелекту, який містить опис приміщення, обмеження, функціональні вимоги та вимогу до формату відповіді. Доцільним є використання структурованого виходу у вигляді JSON або SVG, що дає змогу не лише отримати 2D-план, а й виконати його первинну перевірку [5]. Узагальнену схему роботи прототипу наведено на рис. 1.

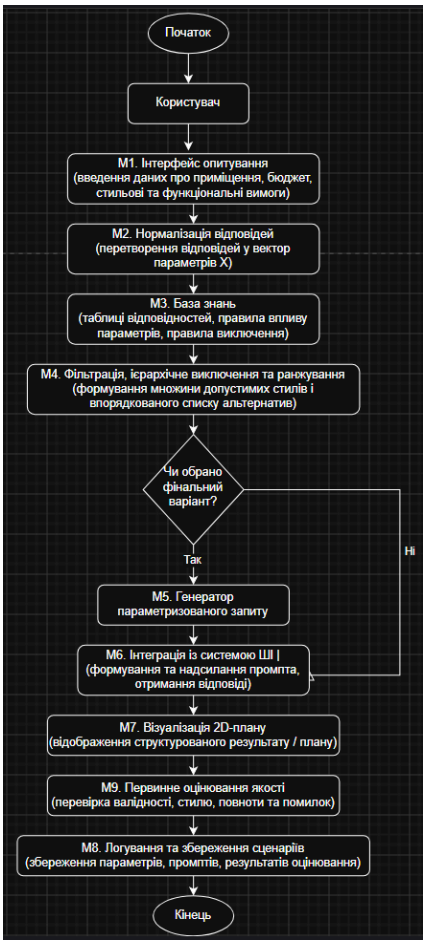


Рис. 1 Узагальнена схема роботи прототипу інформаційної технології оптимального підбору параметрів просторового дизайну.

Висновок. Запропонована архітектура прототипу підтверджує можливість переходу від формалізованого підбору параметрів до програмної реалізації інформаційної технології підтримки прийняття рішень у сфері просторового дизайну. Подальша робота пов’язана з реалізацією мінімального працездатного прототипу та проведенням тестових запусків на реальних сценаріях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іманов А. М., Ткаченко О. М. Формалізація підбору параметрів для генерування просторового дизайну. Наука і техніка сьогодні. 2025. № 11(52). С. 2118–2129. DOI: 10.52058/2786-6025-2025-11(52)-2118-2129.
2. Іманов А. М. XVI Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта ’2025», м. Київ, 28–29 жовтня 2025 року: тези доповіді. Київ, 2025. С. 224–225.
3. Shekhar S., Vold P. Spatial Computing. Cambridge, MA : The MIT Press, 2020. 352 p.
4. López-López D., Serrano-Jiménez A., Gavilanes J., Ventura-Blanch F., Barrios-Padura Á., Díaz-López C. A Study on the Parametric Design Parameters That Influence Environmental Ergonomics and Sustainability. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 7. Article 6304. DOI: 10.3390/su15076304.
5. OpenAI. Structured model outputs [Електронний ресурс]. URL: https://developers.openai.com/api/docs/guides/structured-outputs (дата звернення: 27.04.2026).

УДК: 004.67

ДВОКОМПОНЕНТНА АРХІТЕКТУРА ДЛЯ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Коваль О. О., науковий керівник: Болбот І. М.

Анотація. *У роботі досліджено підходи до побудови систем підтримки прийняття рішень у сфері оцінки стану ґрунтів. Встановлено, що сучасні системи не враховують специфіку деградаційних процесів, спричинених військовими діями, що обмежує їх практичне застосування. Запропоновано підхід до побудови системи, який базується на поєднанні двох взаємодоповнюючих компонентів: структурно-функціональної моделі та модульної архітектури. Такий підхід дозволяє одночасно описати логіку функціонування системи та її внутрішню організацію.*

Ключові слова: *система прийняття рішень, деградація ґрунтів, військовий вплив, двокомпонентний підхід, модульна архітектура, інформаційні системи.*

Актуальність. Внаслідок військових дій значні площі земель зазнали комплексного негативного впливу, що проявляється у фізичному руйнуванні ґрунтового покриву, хімічному забрудненні та зниженні їх продуктивності [1].

Такі зміни мають довготривалий характер і потребують системного підходу до оцінки та відновлення. Існуючі системи підтримки прийняття рішень, що застосовуються в аграрній сфері, здебільшого орієнтовані на класичні задачі управління сільськогосподарським виробництвом і не враховують специфічні умови деградації ґрунтів внаслідок військового впливу. Крім того, вони часто зосереджуються або на процесах обробки даних, або на реалізації моделей, але не забезпечують цілісного представлення системи [2,3].

Це створює необхідність у розробленні підходів, які дозволяють одночасно описати як функціональну логіку роботи системи, так і її внутрішню структуру. Саме таким підходом є двокомпонентна архітектура, що поєднує структурно-функціональне та модульне представлення системи.

Результати та обговорення

У ході дослідження встановлено, що ефективне проєктування систем підтримки прийняття рішень потребує використання комплексного підходу, який дозволяє охопити різні рівні організації системи [4]. Доцільність застосування такої структури підтверджується сучасними підходами до проєктування систем підтримки прийняття рішень, де поєднуються концептуальні (функціональні) та архітектурні рівні опису. Зокрема, у роботі A field-scale decision support system for assessment and management of soil functions показано ефективність структурованого представлення системи для аналізу функцій ґрунту, тоді як платформа DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) демонструє переваги модульної організації для масштабування та інтеграції моделей. Поєднання цих підходів дозволяє одночасно забезпечити прозорість логіки роботи системи та гнучкість її реалізації.

З цією метою запропоновано двокомпонентний підхід, що включає структурно-функціональну модель та модульну архітектуру.

Першим компонентом є - структурно-функціональна модель, що описує загальну логіку роботи системи, взаємодію її основних елементів та рух інформаційних потоків. У межах цієї моделі визначено ключові функціональні блоки:

- інтерфейс користувача,
- модуль обробки даних,
- модель прийняття рішень,
- база даних
- підсистема виводу результатів.

Другим компонентом є модульна архітектура, що наведена на рис. 1 та відображає внутрішню організацію системи та деталізує її складові. Вона включає набір

функціонально незалежних модулів, кожен із яких відповідає за виконання окремого завдання. До складу такої архітектури входять модулі доступу до даних, трансформації даних, прийняття рішень, правил, бібліотека моделей та модуль виводу результатів

Модуль доступу до даних забезпечує отримання інформації з різних джерел, включаючи користувацький ввід та базу даних. Модуль трансформації виконує попередню обробку даних і підготовку їх до подальшого аналізу. Модуль прийняття рішень координує роботу системи, ініціює запуск необхідних моделей та інтегрує отримані результати. Модуль правил містить формалізовані знання, які визначають логіку прийняття рішень, включаючи порогові значення та експертні залежності. Бібліотека моделей забезпечує зберігання окремих аналітичних компонентів, кожен із яких оцінює певний аспект стану ґрунтів. Модуль виводу відповідає за представлення результатів у вигляді, зручному для користувача.

Важливою особливістю запропонованого підходу є те, що обидва компоненти не є взаємозамінними, а доповнюють один одного. Структурно-функціональна модель дозволяє зрозуміти логіку функціонування системи та рух інформації, тоді як модульна архітектура деталізує її внутрішню будову. Разом вони формують цілісне уявлення про систему.

Застосування двокомпонентного підходу дозволяє підвищити гнучкість системи, оскільки окремі модулі можуть бути змінені або доповнені без порушення загальної структури. Крім того, це спрощує процес розроблення та подальшої модернізації системи. Запропонований підхід забезпечує узгоджене поєднання функціонального та архітектурного рівнів опису системи та створює основу для її подальшої програмної реалізації.

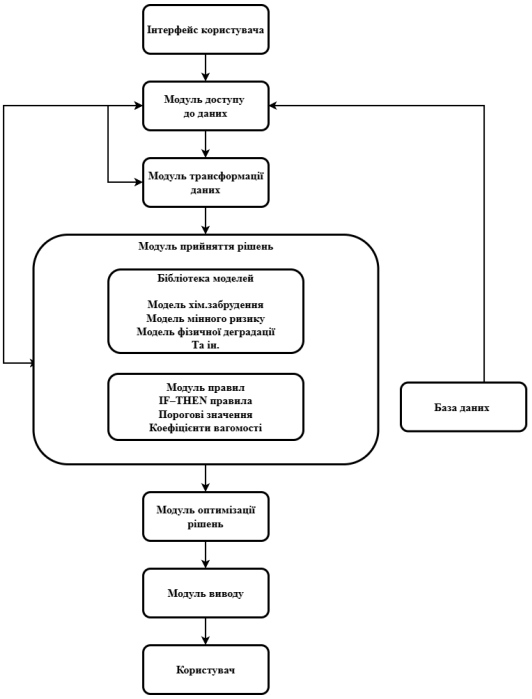


Рис. 1 Модульна архітектура системи прийняття рішень щодо деградованих ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С. А. Оцінка впливу війни на чорноземи як передумова відновлення їхньої родючості [Електронний ресурс] / С. А. Балюк // Агропортал. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: https://agroportal.ua/blogs/ocinka-vplivu-viyni-na-chornozemi-yak-peredumova-vidnovlennya-jihnoji-rodyuchosti
2. A field-scale decision support system for assessment and management of soil functions / M. Debeljak et al. Frontiers in environmental science. 2019. Vol. 7. URL: https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00115
3. DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer). https://dssat.net/
4. Mir S. A., Quadri S. M. K. Decision support systems: concepts, progress and issues – A review. *Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms*. Dordrecht, 2009. P. 373–399. URL: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2716-0_13 (date of access: 05.04.2025)
5. A field-scale decision support system for assessment and management of soil functions / M. Debeljak et al. Frontiers in environmental science. 2019. Vol. 7. URL: https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00115

УДК 004.42:004.77

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ШАХТИ

Ганюк Н.О., науковий керівник Кириченко В.В.

Вступ. Підземний видобуток корисних копалин належить до галузей з критично високим рівнем ризику. Забезпечення комплексної безпеки шахти вимагає безперервного контролю таких факторів, як концентрація вибухонебезпечних газів (зокрема, метану та чадного газу), мікроклімат у виробках та точне місцезнаходження персоналу під землею [1]. Проте на багатьох вугледобувних підприємствах України рівень автоматизації безпеки залишається недостатнім, а моніторинг часто здійснюється застарілими методами. Аналіз глобального ринку показав, що повноцінних відкритих інтегрованих систем моніторингу шахт практично не існує, оскільки галузь монополізована пропрієтарними рішеннями (vendor lock-in) [2]. Це ускладнює їх адаптацію та суттєво збільшує вартість впровадження. З огляду на це, об'єктом та предметом нашого дослідження є процес моніторингу параметрів безпеки підземного персоналу та створення архітектури гнучкої системи телеметрії, що адаптується під різні типи апаратних засобів. Метою роботи є розробка стійкої до відмов кіберфізичної системи для збору, маршрутизації, аналізу та інтерактивної візуалізації критичних параметрів безпеки шахтарів у реальному часі. Ця розробка може стати базисом для відкритої екосистеми безпеки на гірничих підприємствах.

Завдання дослідження. 1. Розробити логіку роботи дослідних IoT-модулів (ESP32) для верифікації передачі даних та Wi-Fi роумінгу. 2. Спроєктувати серверну HighLoad-архітектуру для обробки телеметрії та автоматичного реагування на інциденти. 3. Реалізувати веб-інтерфейс із підсистемою візуалізації топології шахти.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети було спроєктовано багаторівневу архітектуру, що забезпечує безперервний збір та обробку телеметричних даних (рис. 1).

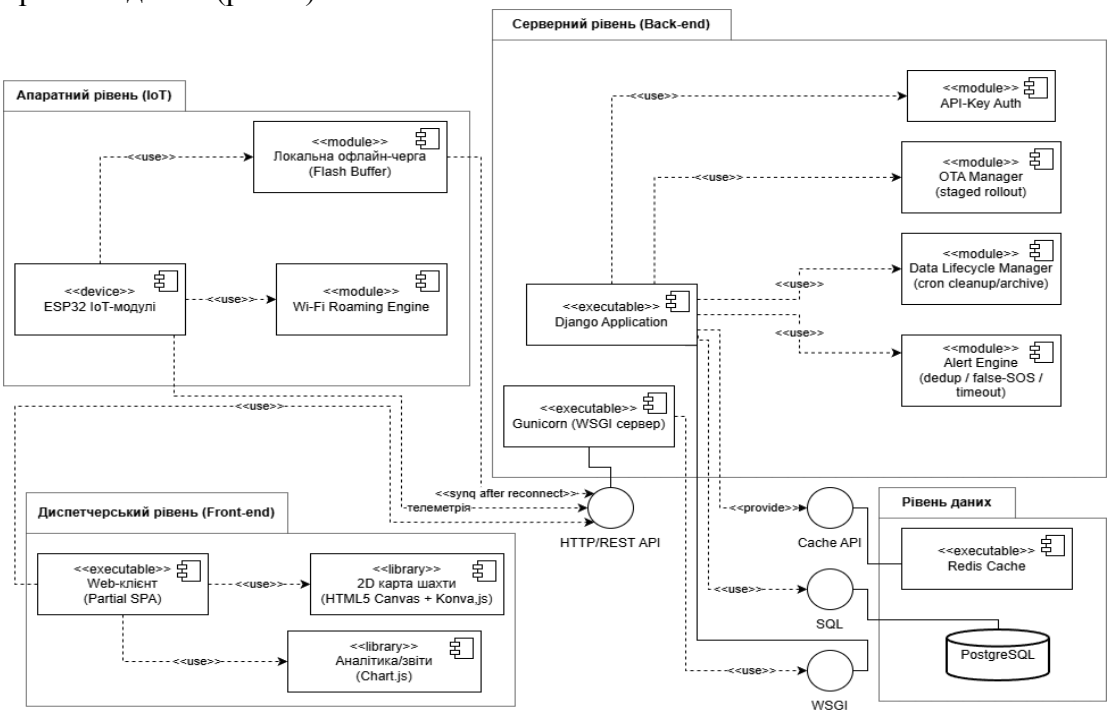


Рис. 1 Архітектура компонентів та логічна структура взаємодії модулів системи моніторингу

Апаратний рівень реалізовано на базі дослідних IoT-модулів. Прошивка підтримує Wi-Fi роумінг для безшовного перемикання між репітерами. Для стійкості до відмов розроблено механізм локальних офлайн-черг: телеметрія накопичується в пам'яті та синхронізується після відновлення з'єднання [4].

Рівень обробки (Back-end) побудовано на базі Django, СУБД PostgreSQL та кешування Redis. Для обробки високого навантаження від датчиків застосовано багатопотоковий сервер Gunicorn [3]. Доступ до API захищено унікальними ключами для запобігання підміни даних. Логіка обробки тривог включає дедуплікацію, автоматичне скасування хибних SOS та Alerts при втраті зв'язку. Управління життєвим циклом даних реалізовано через cron-задачі архівації. Оновлення ПЗ IoT-модулів відбувається «по повітрю» (OTA) із поступовим розгортанням (Staged Rollout).

Диспетчерський рівень (Front-end) функціонує за принципами часткового SPA. Основним інструментом є інтерактивна 2D-карта топології шахти (HTML5 Canvas та Konva.js) [5], що динамічно візуалізує стани персоналу.

Розроблений лабораторний макет підтверджує працездатність алгоритмів, а модульна архітектура дозволяє його інтеграцію з сертифікованим іскробезпечним обладнанням (ATEX) [2].

Висновки. У результаті дослідження розроблено комплексну архітектуру моніторингу безпеки підземного персоналу. Застосування алгоритмів маршрутизації, локальних черг та багатопотокової обробки дозволило створити стійку систему. Запропоноване рішення усуває проблему vendor lock-in та забезпечує диспетчеризацію інцидентів у режимі реального часу, підвищуючи загальний рівень безпеки на вугледобувних підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Швагер Н. Ю., Комісаренко Т. А., Орлов М. С. Забезпечення безпеки працівників шахт у випадку виникнення надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] // Гірничий вісник. – 2021. – Вип. 109. – С. 14-19. – Режим доступу: http://ds.knu.edu.ua/jspui/handle/123456789/4155 (дата звернення: 18.04.2026).
2. Rathi B. [та ін.]. Realizing the potential of Internet of Things (IoT) in Industrial applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://link.springer.com/article/10.1007/s43926-025-00141-5 (дата звернення: 15.04.2026).
3. Powering Django: A Deep Dive into CPU Cores, Threads, and Gunicorn Workers for High-Performance Deployment [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://chadura.com/blogs/powering-django-a-deep-dive-into-cpu-cores-threads-gunicorn-workers-and-unix-sockets-for-high-performance-deployment/ (дата звернення: 15.04.2026).
4. ESPHome 2026.1.0: Improved Security, Wi-Fi Roaming for ESP32 Telemetry [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.hackster.io/news/esphome-2026-1-0-brings-improved-security-wi-fi-roaming-and-far-better-support-for-the-esp8266-7c37a060e96a (дата звернення: 15.04.2026).
5. Konva.js: 2D HTML5 Canvas framework for desktop and mobile applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://konvajs.org/ (дата звернення: 15.04.2026).

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕБУДОВИ ТОПОЛОГІЧНОЇ СІТКИ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ

Троян О.В., науковий керівник Панкратьєв В.О.

У сучасних системах комп'ютерної графіки, тривимірного моделювання та підготовки цифрових ресурсів важливою є проблема якості топологічної сітки 3D-моделей. На практиці моделі, отримані в процесі моделювання, сканування або імпорту з інших програмних середовищ, нерідко мають нерівномірну щільність полігонів, надлишкову деталізацію, локальні геометричні дефекти. Це ускладнює їх використання під час візуалізації, оптимізації, експорту в інші програмні системи та підготовки до наступних етапів геометричної обробки. У зв'язку з цим актуальним є створення програмного забезпечення, орієнтованого на автоматизовану перебудову топологічної сітки тривимірної моделі з можливістю візуального контролю результату.

У роботі розробляється настільний застосунок, призначений для імпорту, перегляду, аналізу та автоматизованої перебудови топологічної сітки 3D-моделей. Програмний засіб реалізується мовою C++ із використанням фреймворку Qt для побудови графічного інтерфейсу користувача та OpenGL для інтерактивної візуалізації моделі.

Практична цінність розробки полягає у створенні єдиного програмного середовища, у межах якого користувач може виконати повний цикл роботи з топологічною сіткою: завантажити модель, переглянути її, обрати метод обробки, налаштувати параметри, виконати перебудову сітки та зберегти результат. Такий підхід дає змогу скоротити кількість ручних операцій, спростити підготовку моделей до подальшого використання. Для користувача важливим є те, що обробка виконується без необхідності взаємодії зі складними низькорівневими інструментами, а основні дії зосереджені в одному інтерфейсі.

Архітектура застосунку побудована за модульним принципом. Виділено підсистему графічного інтерфейсу, підсистему OpenGL-візуалізації, модуль внутрішнього представлення геометрії, а також набір стратегій, що реалізують різні алгоритми перебудови топологічної сітки. Для реалізації алгоритмів використовується спільний інтерфейс, який визначає єдиний формат запуску обробки, тоді як конкретні класи інкапсулюють власну логіку перетворення сітки. Такий підхід забезпечує розширюваність системи та створює основу для підключення нових методів у майбутньому без суттєвої зміни загальної структури програми.

Реалізовано три основні режими перебудови топологічної сітки: Decimate, Subdivide та Isotropic Remesh. У головному вікні користувач може обрати потрібний алгоритм, після чого у правій панелі відображаються параметри, пов'язані саме з обраним методом. Після запуску обробки виконується підготовка геометрії, передача параметрів до відповідної стратегії, застосування алгоритму та оновлення моделі у вікні візуалізації. Така організація інтерфейсу спрощує роботу із застосунком та робить вибір режиму обробки більш наочним.

На рисунку 1 наведено порівняння результатів застосування різних алгоритмів до однієї й тієї самої 3D-моделі. Ізотропна перебудова топологічної сітки забезпечує більш рівномірний розподіл трикутників і робить структуру сітки однорідішою. Алгоритм Subdivision збільшує кількість полігонів, ущільнюючи сітку та підвищуючи рівень локальної деталізації. Decimation призначений для зменшення кількості полігонів із максимально можливим збереженням загальної форми об'єкта, що є корисним для оптимізації моделі. У практичному використанні ці алгоритми можуть застосовуватися не лише окремо, а й послідовно, тобто комбінуватися залежно від поставленого

завдання, наприклад для попередньої оптимізації моделі, подальшого вирівнювання структури сітки або підготовки геометрії до наступних етапів обробки.

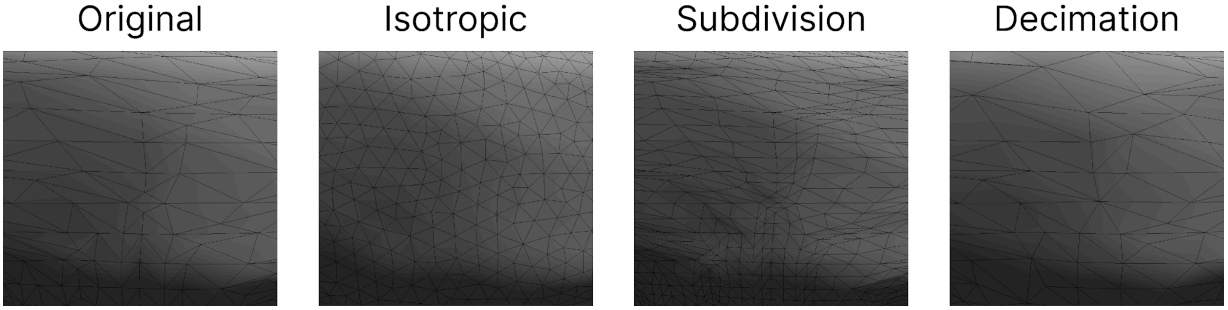


Рис. 1 Порівняння результатів перебудови топологічної сітки 3D-моделі різними алгоритмами

Завантаження моделі виконується з файлу. У процесі імпорту геометричні дані зчитуються, формується набір вершин, нормалей та індексів полігонів, після чого модель перетворюється у внутрішню структуру, придатну для подальших алгоритмічних операцій. Користувач має змогу обертати модель та змінювати масштаб камери, що дозволяє візуально оцінити як початковий стан сітки, так і результат її обробки. Додатково передбачено каркасний режим, у якому особливо зручно аналізувати структуру трикутників після перебудови.

Важливою частиною роботи застосунку є попередня підготовка геометрії перед запуском алгоритмів. Для підвищення стабільності обробки сітка проходить етап очищення, який включає видалення ізольованих вершин, усунення вироджених граней, триангуляцію полігонів та спробу зшивання меж. Така підготовка є необхідною, оскільки коректність вхідної геометрії безпосередньо впливає на якість результату та стійкість алгоритмів перебудови топологічної сітки. Після завершення операцій обробки модель повторно перетворюється у буфер для візуалізації, а нормалі, за потреби, перераховуються.

Таким чином, розроблюване програмне забезпечення є прикладним інструментом для автоматизованої перебудови топологічної сітки тривимірної моделі, що поєднує функції імпорту, візуалізації, алгоритмічної обробки та збереження результату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Qt Company. QOpenGLWidget Class | Qt OpenGL : офіційна документація з використання OpenGL-віджета в Qt. Режим доступу: https://doc.qt.io/qt-6/qopenglwidget.html (дата звернення: 16.04.2026).
2. Qt Company. Qt OpenGL Widgets C++ Classes : документація модуля Qt OpenGL Widgets для створення застосунків із графічною візуалізацією. Режим доступу: https://doc.qt.io/qt-6/qtopenglwidgets-module.html (дата звернення: 16.04.2026).
3. Khronos Group. OpenGL 4 Reference Pages : довідкові матеріали щодо функцій OpenGL, які використовуються для візуалізації тривимірної моделі. Режим доступу: https://registry.khronos.org/OpenGL-Refpages/gl4/ (дата звернення: 16.04.2026).
4. Assimp Developers. Open Asset Import Library (Assimp) : офіційний ресурс бібліотеки для імпорту 3D-моделей із різних форматів у внутрішнє подання програми. Режим доступу: https://github.com/assimp/assimp (дата звернення: 16.04.2026).

УДК 004.42

ВЕБОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ТА ВІДТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ

Артюхов М.Ю., науковий керівник Баранова Т.А.

Актуальність теми: У сучасну цифрову епоху потокове відтворення мультимедійного контенту є однією з найзатребуваніших послуг у мережі Інтернет. Попри наявність великих гравців на ринку стримінгу, залишається актуальною потреба у створенні легких, персоналізованих веб додатків, які агрегують контент із відкритих джерел, пропонуючи користувачам унікальний інтерфейс без перевантаження зайвими елементами.

Мета роботи: Метою є проєктування та розробка веб-орієнтованого застосунку для пошуку, відтворення та систематизації музичного контенту з використанням сучасних патернів компонентної архітектури та мікросервісних підходів.

Архітектура та технологічний стек: Система побудована за класичною клієнт-серверною архітектурою з використанням стеку MERN (MongoDB, Express.js, React, Node.js).

3. **Клієнтська частина (Frontend)** реалізована на базі бібліотеки React з використанням компонентного підходу. Для управління глобальними станами програми такими як контроль плеєра, черга відтворення, авторизація, застосовано патерн React Context API. Для оптимізації процесу збірки та мініфікації вихідного коду використано сучасний бандлер Vite.
4. **Серверна частина (Backend)** побудована у середовищі Node.js із використанням веб-фреймворку Express. Взаємодія з базою даних здійснюється через ODM-бібліотеку Mongoose, яка забезпечує строгу типізацію та валідацію схем даних на рівні додатка.
5. **Система безпеки та авторизації:** Реалізовано гібридну систему доступу. Для класичної реєстрації застосовано криптографічне хешування паролів за допомогою алгоритму bcrypt. Для делегованої авторизації інтегровано протокол OAuth 2.0 через бібліотеку Passport.js.
6. **Інтеграція зовнішніх API:** Для формування медіатеки система взаємодіє з YouTube Data API v3, що забезпечує пошук аудіоконтенту, а для реалізації режиму караоке із синхронізованим текстом пісень інтегровано відкрите LRCLIB API. Загальну структуру взаємодії клієнтської та серверної частин, бази даних, а також підключених зовнішніх сервісів наведено на діаграмі компонентів (рис. 1).

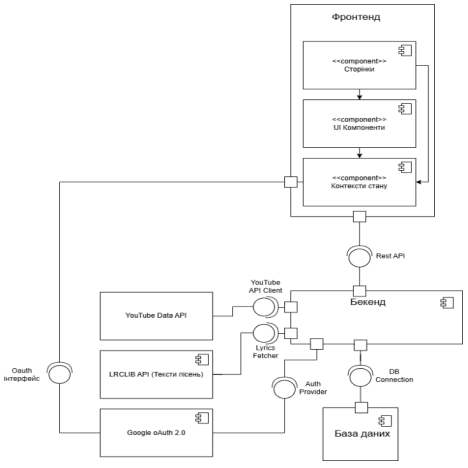


Рис. 1 Компонентна архітектура веб-орієнтованої системи обліку та відтворення музичного контенту

Організація баз даних: На етапі прототипування як основне сховище даних використовується документо-орієнтована СУБД MongoDB. Однак, з огляду на подальше масштабування системи, передбачено перехід до поліглотної архітектури баз даних. Заплановано розділення логіки:

4. **PostgreSQL** використовуватиметься для зберігання строгих реляційних даних по типу профілів користувачів, транзакції, зв'язки між користувачами та підписками.
5. **MongoDB** залишиться для зберігання гнучких та неструктурованих даних по типу історії прослуховувань, масивів метаданих пісень, кешів результатів пошуку.

Функціональні можливості та перспективи розвитку: Наразі розроблене програмне забезпечення дозволяє здійснювати пошук музики, створювати публічні та приватні плейлисти, а також переглядати синхронізовані тексти пісень у реальному часі.

У подальшому розвиток проєкту передбачає впровадження наступного функціоналу:

1. **Алгоритми персоналізації:** Розробка модуля персональних рекомендацій на основі аналізу історії прослуховувань, улюблених жанрів та авторів користувача.
2. **Офлайн-доступ:** Реалізація захищеного вивантаження музичного контенту з сайту для прослуховування без доступу до мережі Інтернет.
3. **Кросплатформність:** Адаптація системи під мобільні пристрої – створення мобільної версії сайту на базі принципів Responsive Web Design або розробка Progressive Web App – PWA.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. O'Reilly Media, 2017. 616 p. URL: https://unidel.edu.ng/focelibrary/books/Designing%20Data-Intensive%20Applications%20The%20Big%20Ideas%20Behind%20Reliable,%20Scalable,%20and%20Maintainable%20Systems%20by%20Martin%20Kleppmann%20(z-lib.org).pdf
2. Офіційна документація React. Meta Open Source. URL: https://react.dev/learn
3. Офіційна документація Node.js та Express. URL:
4. YouTube Data API v3 Documentation. Google Developers. URL: https://developers.google.com/youtube/v3/getting-started
5. MongoDB Documentation. MongoDB, Inc. URL: https://www.mongodb.com/docs/development/?language=nodejs

УДК 004.738.5:004.92

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОРТФОЛІО ФАХІВЦЯ

Кузьменко Д.О., науковий керівник Недьошев М.В.

Актуальність теми. Сучасний ринок праці у сфері інформаційних технологій, промислового дизайну та інженерії вимагає від фахівців наявності комплексного цифрового портфоліо з високим рівнем інтерактивності. Існуючі популярні платформи для професійного нетворкінгу орієнтовані переважно на статичну інформацію та 2D-контент, що суттєво обмежує презентацію просторових проєктів. Водночас спеціалізовані сервіси для розміщення 3D-моделей часто не мають розвиненого інструментарію для комунікації, пошуку роботи та побудови кар'єрних зв'язків. Тому розробка та практична реалізація інтегрованої платформи, що гармонійно поєднує повноцінний функціонал соціальної мережі з можливостями інтерактивної візуалізації складного медіаконтенту, є вкрай актуальним завданням сучасного вебінжинірингу.

Об’єкт дослідження. Процес створення, зберігання, візуалізації та управління професійними портфоліо фахівців у цифровому вебсередовищі.

Предмет дослідження. Архітектурні патерни, графічні інтерфейси та програмні засоби розробки веборієнтованої системи для розміщення та інтерактивної візуалізації мультимедійного контенту.

Мета дослідження. Проєктування та практична програмна реалізація платформи для створення і управління портфоліо фахівця з нативною підтримкою 3D-рендерингу у браузері.

Завдання дослідження.

1. Проаналізувати функціональні вимоги до сучасних систем управління професійним контентом.
2. Спроєктувати архітектуру бази даних та логіку взаємодії клієнт-серверного додатку.
3. Розробити систему із впровадженням інтерактивного інтерфейсу користувача.
4. Імплементувати підсистему завантаження та інтерактивної 3D-візуалізації безпосередньо у стрічку публікацій платформи.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до поставлених завдань, на даному етапі дослідження було розроблено архітектуру та здійснено практичну реалізацію системи управління портфоліо. Клієнтську частину програмного забезпечення розроблено на базі прогресивного фреймворку Next.js, що забезпечує високу швидкість рендерингу та динамічну маршрутизацію. Для обробки серверної логіки, управління сесіями користувачів та збереження мультимедійних даних використано хмарну екосистему Firebase (Cloud Firestore та Cloud Storage). На рисунку 1 наведено фрагмент розробленого графічного інтерфейсу користувача (головний дашборд), який наочно демонструє успішну інтеграцію соціальної комунікативної складової та модуля просторової візуалізації в єдиному інформаційному просторі.

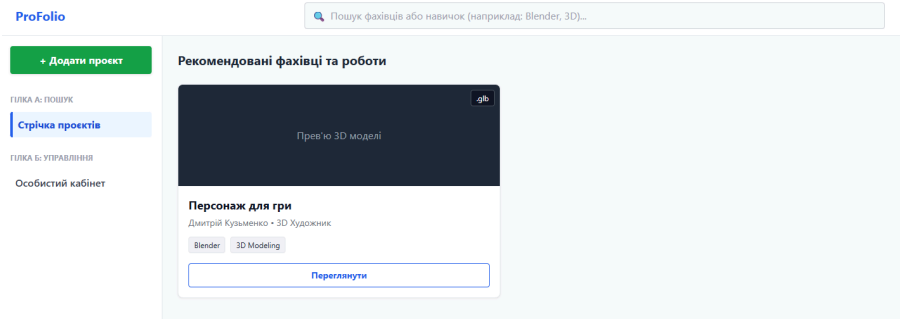


Рис. 1 Графічний інтерфейс головного дашборду розробленої системи (MVP)

Як видно з наведеного екрану, інтерфейс застосунку логічно структурований на кілька незалежних функціональних зон. Ліва бічна панель виконує роль ідентифікаційного блоку, виводячи агреговану інформацію про профіль авторизованого фахівця, включаючи його поточну спеціалізацію, контактні метрики та верифікований стек технологій. Права панель відповідає за аналітично-рекомендаційну підсистему, відображаючи трендові навички на ринку та пропонуючи перелік релевантних спеціалістів для розширення професійної мережі. Головним інноваційним елементом розробленого рішення є центральна динамічна стрічка публікацій. У ній реалізовано відображення мультимедійних постів користувачів із вбудованим 3D-плеєром. Завдяки програмній імплементації технології WebGL та бібліотеки Three.js, оптимізовані просторові об'єкти (як наведено на прикладі полігональної моделі взуття) рендеряться безпосередньо в структурі DOM-дерева браузера. Це дозволяє глядачеві обертати, масштабувати та досліджувати геометрію об'єкта в реальному часі без необхідності переходу на сторонні ресурси чи завантаження додаткових плагінів. Окрім візуальної складової, під кожним модулем портфоліо розроблено стандартні патерни соціальної взаємодії (механізми вподобання, коментування та поширення), що забезпечують безперервну фахову комунікацію між авторами контенту та потенційними рекрутерами. Таким чином, поточний стан розробленого програмного забезпечення підтверджує життєздатність обраного технологічного стеку та успішне вирішення задачі об'єднання 3D-візуалізації з інструментами професійного нетворкінгу. Подальший розвиток системи передбачає розширення інструментарію інспектора моделей та впровадження складних алгоритмів захисту інтелектуальної власності авторів при доступі до вихідних файлів проєкту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Next.js Documentation [Електронний ресурс]: «Building Your Application: Routing» Режим доступу: https://nextjs.org/docs/app/building-your-application/routing
2. MDN Web Docs [Електронний ресурс]: «WebGL API» Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API
3. React Documentation [Електронний ресурс]: «Describing the UI» Режим доступу: https://react.dev/learn/describing-the-ui
4. Firebase Documentation [Електронний ресурс]: «Get started with Cloud Storage for Web» Режим доступу: https://firebase.google.com/docs/storage/web/start

УДК 004.45

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ЗАПАСАМИ ТА ТЕРМІНОМ ПРИДАТНОСТІ АПТЕЧОК ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ

Волков Н.О., науковий керівник Василюк-Зайцева С.В.

Вступ. Аптечки першої допомоги є обов'язковим елементом безпеки на підприємствах, у навчальних та медичних закладах. Проте більшість організацій досі веде облік їх вмісту вручну – у паперових журналах або таблицях Excel, що неминуче призводить до порушення термінів придатності медикаментів, їх надлишку або дефіциту та відсутності оперативного контролю. За даними Державної служби України з питань праці, несвоєчасне оновлення аптечок є одним із найпоширеніших порушень вимог охорони праці. Таким чином, існує актуальна потреба у спеціалізованому програмному рішенні для автоматизації цього процесу.

Аналіз існуючих рішень. Існуючі системи управління медичними запасами орієнтовані на великі медичні установи і мають надмірну складність та вартість для малого та середнього бізнесу. Універсальні системи управління активами не враховують специфіки медикаментів: термінів придатності, мінімальних норм запасу, груп засобів. Мобільних рішень, адаптованих до українського законодавства та масштабу малих організацій, практично не існує.

Мета роботи – розробка програмного забезпечення автоматизованої системи контролю за запасами та терміном придатності аптечок першої допомоги у вигляді кросплатформного мобільного застосунку з серверним API.

Архітектура системи. Система FAIMS (First Aid Kit Information Management System) побудована за принципами Clean Architecture та складається з двох основних компонентів:

Серверна частина – RESTful API на платформі ASP.NET Core 9.0 з базою даних PostgreSQL. Реалізована мультитенантність, що забезпечує повну ізоляцію даних між організаціями в межах єдиної інфраструктури.

Мобільний застосунок – кросплатформний додаток на Flutter, що підтримує платформи Android та iOS і обслуговує дві ролі користувачів.

Система розгорнута у хмарному середовищі за допомогою Docker Compose: чотири контейнери із налаштованими лімітами пам'яті та автоматичним TLS-сертифікатом через Let's Encrypt.

Функціональні можливості. Система підтримує дві ролі з різним рівнем доступу:

Адміністратор організації отримує повний контроль над структурою: управління підрозділами та кімнатами, аптечками з унікальною нумерацією, призначення відповідальних осіб, перегляд вмісту будь-якої аптечки. Для аналізу доступні інтерактивні графіки витрат і поповнень та генерація PDF-звітів за довільний період. Інтерфейс вікна «Управління аптечками» адміністратора зображено на рисунку 1.

Відповідальна особа працює лише зі своєю аптечкою: здійснює списання, поповнення нових партій медикаментів, утилізацію прострочених засобів. Усі операції записуються до журналу дій. Інтерфейс головного вікна відповідальної особи зображено на рисунку 2.

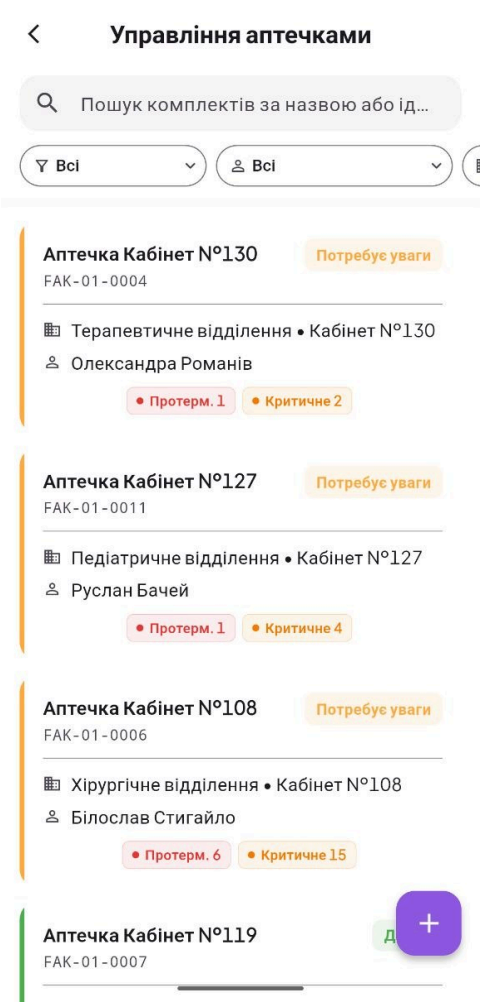


Рис.1 Вікно управління аптечками

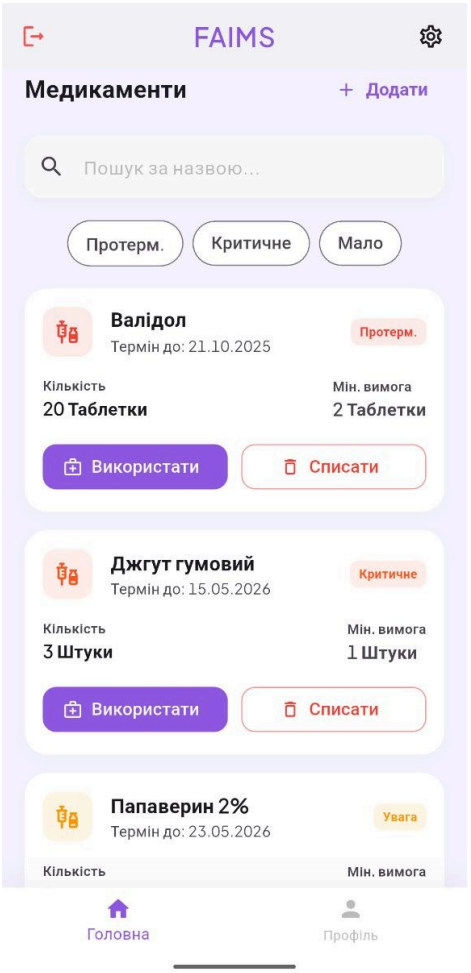


Рис. 2 Вікно управління медикаментами

Технічні рішення. Безпека забезпечується через JWT Bearer автентифікацію з ротацією токенів. Для захисту від надмірного навантаження реалізовано rate limiting: 5 запитів/хв на ендпоінт автентифікації та 150 запитів/хв на загальний API. Push-сповіщення через Firebase Cloud Messaging нагадують відповідальним особам про медикаменти, що наближаються до закінчення терміну придатності. Паролі хешуються засобами IPasswordHasher<User> з ASP.NET Identity. Логування реалізовано через Serilog з ротацією файлів.

Висновки. Розроблене програмне забезпечення вирішує практичну задачу автоматизації контролю аптечок першої допомоги для організацій будь-якого масштабу. Використання сучасного технологічного стеку забезпечує надійність, масштабованість та зручність супроводу системи. Перспективами розвитку є інтеграція зі сканерами штрих-кодів та модуль автоматичного замовлення медикаментів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12
2. Наказ МОЗ «Про затвердження Методичних рекомендацій ведення обліку лікарських засобів та мед. виробів у закладах охорони здоров'я» від 09.09.2014 № 635 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0635282-14

УДК 004.42

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ШКОЛИ МИСТЕЦТВ ART FLOW

Осьмушко У.Ю., науковий керівник Василюк-Зайцева С.В.

Актуальність

У сучасному світі цифрової освіти в усіх аспектах створення системи, яка б відповідала за автоматизацію художніх шкіл, є справді актуальним. ArtFlow спрощує бронювання занять, керування розкладами, платежами та комунікацією між учнями та викладачами. Це зменшує обсяг паперової роботи та робить роботу освітньої системи ефективнішою.

Архітектура системи

Система побудована за клієнт-серверною архітектурою:

- Frontend (клієнтський вузол)
  - HTML5, CSS3, JavaScript
  - Відображення інтерфейсу, взаємодія користувача
- Backend (сервер додатку)
  - Node.js, Express
  - API, авторизація (JWT), бізнес-логіка
- Database (База даних)
  - MySQL
  - Зберігання даних (користувачі, бронювання, платежі)
- Інтеграції
  - Telegram Bot
  - Платіжні системи

Діаграма розгортання

- Вузол: Користувач (браузер)
  - Артефакт: Web UI
- Вузол: Web Server
  - Компоненти: REST API, Auth Service
  - Артефакти: server.js, routes
- Вузол: DB Server
  - Компоненти: MySQL DB
  - Артефакти: таблиці, процедури
- Зв’язки:

  Клієнт - API - База даних

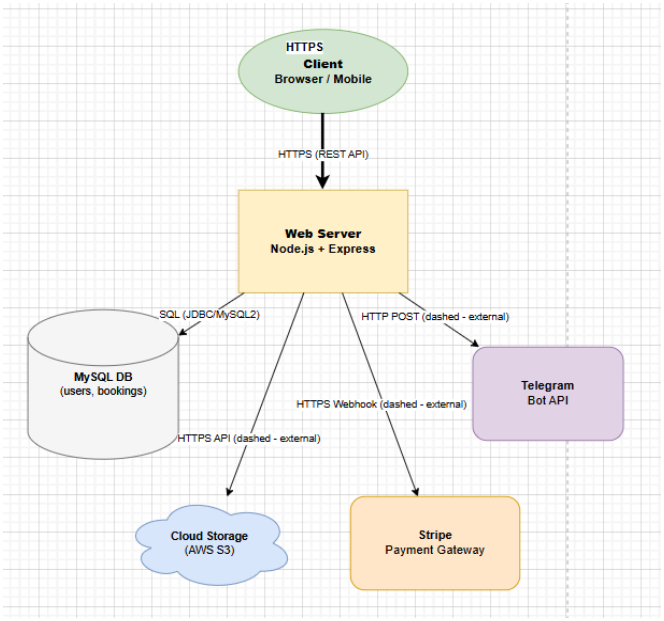


Рис.1 Діаграма розгортання

Призначення системи

Система призначена для:

- автоматизації бронювання уроків
- моніторингу інформації та даних
- управління навчальним процесом
- модернізації навчання для мистецьких шкіл

Вона оптимізує комунікацію між учнями та викладачами, а також зменшує адміністративне навантаження та паперову роботу.

Висновок

Розроблена система ArtFlow є ефективним інструментом для автоматизації роботи школи мистецтв. Використання сучасних технологій забезпечує гнучкість, масштабованість та простоту використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Навчальні матеріали з проєктування програмного забезпечення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tutorialspoint.com/software_engineering/index.htm (дата звернення: 09.04.2026)
2. Документація Node.js [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nodejs.org/en/docs (дата звернення: 10.04.2026)
3. Документація MySQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dev.mysql.com/doc (дата звернення: 08.04.2026)

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕЙМІФІКОВАНОГО МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ФОКУС-СЕСІЙ

Стрішенець А. О., науковий керівник Голуб Б. Л.

У сучасному цифровому середовищі проблема ефективного управління часом та підтримання концентрації уваги набуває особливої актуальності. Велика кількість відволікаючих факторів, зокрема використання соціальних мереж, постійні сповіщення та багатозадачність, негативно впливають на продуктивність користувачів. Водночас існує й інша проблема – надмірне навантаження та відсутність регулярного відпочинку, що також призводить до зниження ефективності та погіршення загального стану користувача.

Серед підходів до організації часу значного поширення набули методики тайм-менеджменту, зокрема техніка Pomodoro, яка передбачає чергування періодів роботи та відпочинку. Існуючі програмні рішення реалізують подібні підходи, однак часто не враховують індивідуальні особливості користувачів, мають обмежений функціонал або недостатній рівень мотивації.

Метою дослідження є розробка прототипу гейміфікованого мобільного застосунку для підтримки фокус-сесій та тайм-менеджменту користувача, який забезпечує організацію фокус-сесій, контроль часу, накопичення статистики та використання елементів гейміфікації.

У межах дослідження поставлено такі завдання:

- проаналізувати існуючі підходи до організації часу;
- визначити функціональні вимоги до мобільного застосунку;
- розробити архітектуру програмного забезпечення;
- реалізувати механізм керування фокус-сесіями;
- забезпечити збереження та обробку статистичних даних;
- передбачити використання елементів гейміфікації;
- реалізувати взаємодію із хмарними сервісами.

Об'єктом дослідження є процес організації робочого часу користувача.

Предметом дослідження є програмне забезпечення гейміфікованого мобільного застосунку для підтримки фокус-сесій.

У межах дослідження розроблено прототип мобільного застосунку PieceTime, орієнтованого на підтримку користувача у процесі планування та виконання завдань. Запропоноване рішення базується на використанні фокус-сесій, що складаються з періодів роботи та відпочинку, з можливістю налаштування їх параметрів.

Особливістю підходу є орієнтація не лише на підвищення концентрації уваги, але й на забезпечення збалансованого розподілу навантаження. Це дозволяє застосовувати розроблене рішення як для користувачів, які стикаються з прокрастинацією, так і для тих, хто має схильність до надмірної роботи без достатніх перерв.

У прототипі передбачено базові механізми відстеження прогресу, накопичення статистичних даних та елементи гейміфікації, зокрема отримання досягнень за виконання фокус-сесій. Для забезпечення збереження даних та автентифікації користувачів використовується інтеграція з хмарною платформою Firebase. Також передбачено використання локальних сповіщень та механізмів фонового виконання для підтримки роботи таймера.

Архітектура запропонованого рішення представлена у вигляді діаграми розгортання (рис. 1), яка відображає взаємодію клієнтського застосунку з хмарними сервісами та системними службами операційної системи Android.

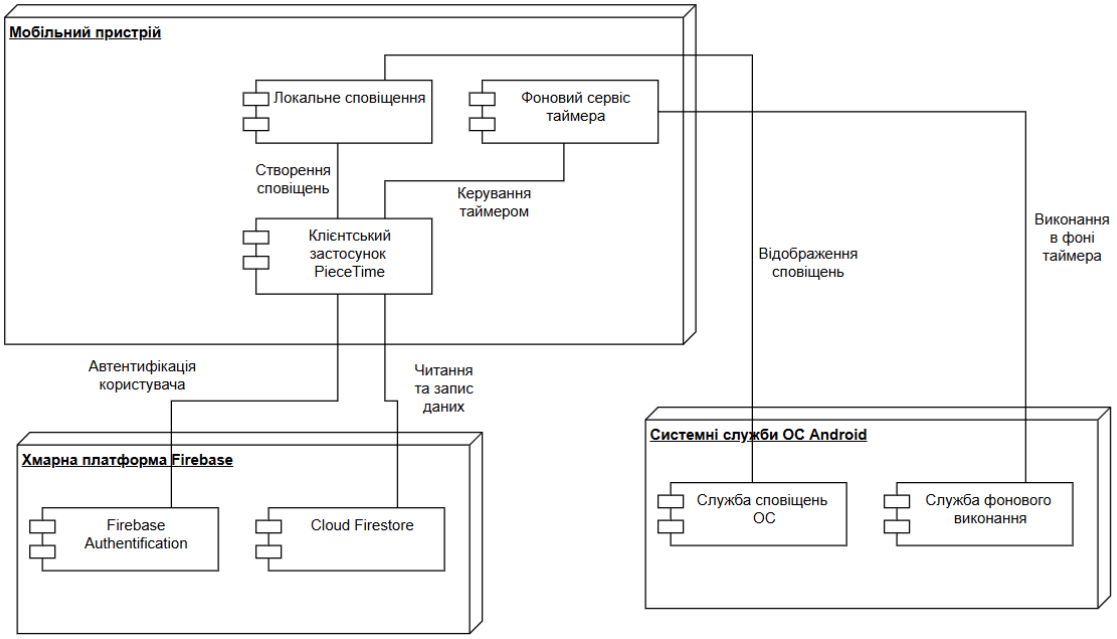


Рис. 1 Діаграма розгортання мобільного застосунку PieceTime

У результаті дослідження було розроблено прототип мобільного застосунку для підтримки тайм-менеджменту, який дозволяє організувати фокус-сесії, здійснювати контроль часу та формувати корисні звички користувача. Запропоноване рішення може бути використане як основа для подальшого розвитку повнофункціонального програмного продукту з розширеними можливостями аналізу та персоналізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Pomodoro Technique. Todoist.
   URL: https://www.todoist.com/ru/productivity-methods/pomodoro-technique
   (дата звернення: 18.04.2026).
2. Cirillo F. The Pomodoro Technique.
   URL: https://www.francescocirillo.com/ (дата звернення: 18.04.2026).
3. Жученя К. Засіб від прокрастинації: техніка Помодоро. Happy Monday.
   URL: https://happymonday.ua/tehnika-pomodoro (дата звернення: 18.04.2026).

УДК 004.4

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІКСЕЛЬНОЇ 2D RPG-ГРИ З ЕЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКТОРА

Малинка Т.О., науковий керівник Голуб Б.Л.

Сьогодні комп'ютерні ігри використовуються не тільки для розваг, а й у навчанні. Інтерактивна форма подачі інформації дозволяє користувачу не просто сприймати матеріал, а активно з ним взаємодіяти. Це сприяє розвитку логічного мислення, покращенню уваги, швидкості реакції та формуванню навичок прийняття рішень. Саме тому ігрові застосунки все частіше розглядаються як ефективний інструмент навчання.

Як показує досвід, найважливішими складовими гри є механіки — способи взаємодії користувача з ігровою системою [2]. Вони визначають поведінку гравця та можливі результати його дій. Важливу роль також відіграє геймдизайн, який забезпечує узгодженість елементів гри та формує її загальну логіку [3]. Навіть прості механіки можуть створити захопливий ігровий процес за умови їх правильної організації [4].

У межах роботи було розроблено програмне забезпечення навчальної піксельної 2D RPG-гри з елементами конструктора. Метою розробки є створення інтерактивного середовища, що забезпечує розвиток логічного мислення та навичок прийняття рішень у доступній та наочній формі. Розроблений застосунок може бути використаний як допоміжний інструмент у навчанні, а також як основа для створення подібних ігрових систем. Його актуальність зумовлена необхідністю створення доступних інтерактивних засобів навчання, що поєднують ігрові механіки та освітні елементи.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання: розроблено структуру ігрового середовища; реалізовано керування персонажем; забезпечено взаємодію з об'єктами та неігровими персонажами; створено діалогову систему; реалізовано базову систему інвентарю; організовано переходи між локаціями та обробку ігрових подій.

Основа гри полягає у взаємодії користувача з ігровим світом. Гравець має можливість переміщувати персонажа, досліджувати локації, взаємодіяти з об'єктами та спілкуватися з неігровими персонажами. Взаємодія реалізована за допомогою клавіатурного керування та використання клавіші дії. Діалогова система представлена у вигляді послідовного виводу тексту з можливістю вибору варіантів відповіді, що визначають подальший розвиток подій. У процесі гри користувач приймає рішення та одразу бачить їх наслідки.

Результати роботи програмного забезпечення проілюстровано на рис. 1–2, де продемонстровано приклади інтерфейсу гри та реалізацію взаємодії користувача з неігровими персонажами і діалоговою системою.

Для розробки було обрано GameMaker Studio 2 [1], яке використовується для створення 2D-ігор. Його використання дозволило ефективно реалізувати основні механіки гри та організувати її структуру.

Ігрова логіка побудована на обробці подій, відповідно до якої кожна дія користувача викликає відповідну реакцію системи. Це забезпечує зрозумілість і передбачуваність ігрового процесу. Окремі функціональні елементи реалізовані у вигляді незалежних об'єктів, що спрощує модифікацію та розширення застосунку.

У процесі розробки здійснювалося тестування функціональних елементів і вдосконалення взаємодії з користувачем, що дозволило підвищити зручність використання гри.

Для коректного відображення об'єктів використано механізм впорядкування шарів, який забезпечує правильне відображення персонажа та інших елементів залежно від їх положення у просторі гри.

Розроблений застосунок може використовуватись як навчальний інструмент, а також як основа для подальшого розвитку більш складних ігрових проєктів. У подальшому передбачається розширення функціональності гри, додавання нових механік та ускладнення ігрових сценаріїв.



Рис. 1 Інтерфейс гри та взаємодія з не ігровим персонажем

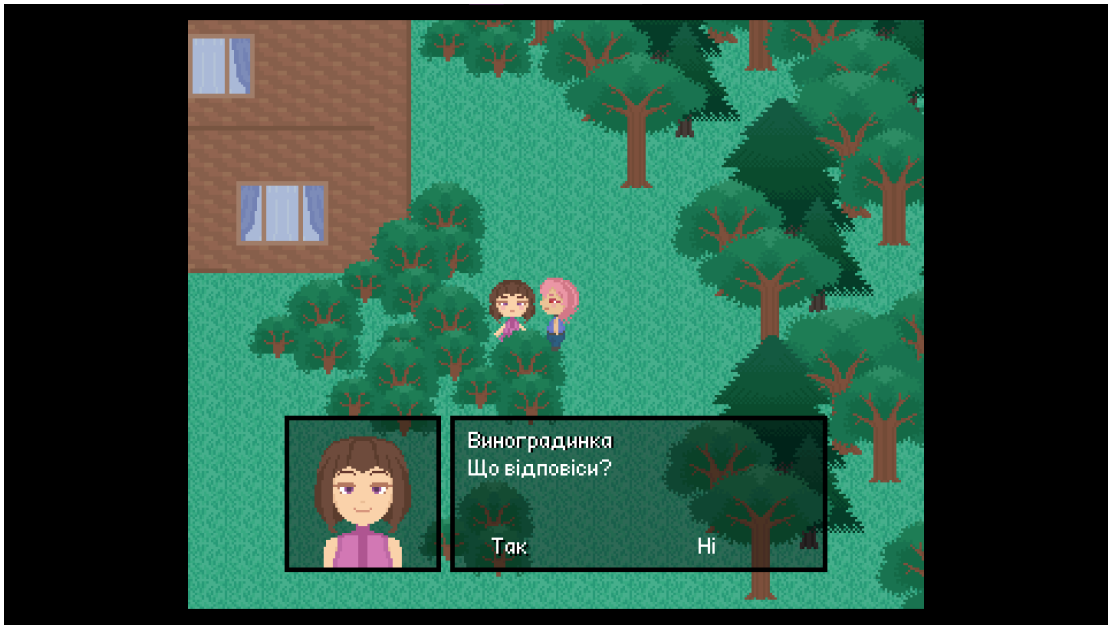


Рис. 2 Приклад діалогової системи з вибором варіантів відповіді

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. GameMaker Manual. (2024). YoYo Games. URL: https://manual.gamemaker.io/monthly/en/index.htm (дата звернення: 18.04.2026)
2. Salen K., Zimmerman E. Rules of Play: Game Design Fundamentals. (2004). MIT Press.
3. Хто такий геймдизайнер в ігровій індустрії. (2022). GameDev DOU. URL: https://gamedev.dou.ua/articles/game-designer-in-gamedev/ (дата звернення: 18.04.2026)
4. Rules, Mechanics, Gameplay and Logic of Game Development. (2023). Medium. URL: https://rctai.medium.com/rules-mechanics-gameplays-and-logic-of-game-development-3573b9d730aa (дата звернення: 18.04.2026)

УДК 004.04

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ З ДОКУМЕНТООБІГУ В ДЕКАНАТІ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Микитин Ю., науковий керівник Шевченко Д. В., консультант Голуб Б. Л.

У тезах розглянуто підходи до розробки програмного забезпечення системи електронного документообігу деканату закладу вищої освіти з акцентом на автоматизацію процесів призначення стипендій. Запропоновано структуру системи, функціональні модулі та основні переваги впровадження.

Сучасні заклади вищої освіти стикаються з необхідністю автоматизації адміністративних процесів, зокрема документообігу деканату. Розробка системи (надалі “Інформаційна система Електронний деканат”) здійснюється у сфері діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України. Система повинна забезпечувати формування таких документів:

1. Диплом на основі даних з ЄДЕБО
2. Додаток до диплому на основі даних з ЄДЕБО успішності, навчального плану та попередньої освіти здобувача вищої освіти
3. Відомості обліку успішності відповідно до індивідуального навчального плану здобувача
4. Відомості проміжної атестації
5. Документи для надання платних додаткових освітніх послуг
6. Протокол засідання стипендіальної комісії на основі успішності здобувача за семестр
7. Реєстр стипендіатів на основі протоколів

Оскільки, список користувачів чітко визначений, було реалізовано авторизацію за допомогою OAuth2 від Google. Оскільки, кожен працівник має свій корпоративний акаунт Google, адміністратор просто реєструє його електронну пошту в системі. Проблема такої системи полягає в актуалізації списку користувачів, проте, ніхто без корпоративного акаунту не зможе авторизуватись.

Система інтегрована з ЄДЕБО, elearn та електронним кабінетом студента. Інтеграція з ЄДЕБО реалізована за допомогою REST API за документацією, що була надана розробником бази. Це допомагає актуалізувати дані здобувачів кожної доби. Інтеграція з elearn та електронним кабінетом студента також реалізована через REST API. Інтеграція з elearn була потрібна для реалізації функціоналу електронної відомості. Функціонал полягає у тому, що оцінки здобувачів за курс на навчальному порталі одразу потрапляють в систему Електронний деканат. Все, що потрібно від викладача, це тільки прийти та підписати вже готову заповнену відомість. Електронний кабінет студента витягує дані для перегляду студентами їхніх індивідуальних навчальних планів та успішності. Також кабінет вносить дані про вибір вибіркових дисциплін в індивідуальний навчальний план.

Розглянемо глибше функціонал нарахування стипендії. Відповідно до ст. 4 п. 5 Правил призначення академічних стипендій у Національному університеті біоресурсів і природокористування України рейтинг здобувачів освіти формується за наступною формулою:

$$R_{студ} = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_n}{n} \times 0{,}9 + b\ ,$$

Де Rn − рейтинги усіх видів атестацій за 100-бальною шкалою в останньому семестрі і під час складання екзаменаційної сесії;

n − кількість атестацій в останньому семестрі і під час складання екзаменаційної сесії;

b – додаткові бали (від 0,1 до 10,0) призначаються за участь у науковій, науково-технічній діяльності, громадському житті, творчій та спортивній діяльності.
Rn та b вносить працівник деканату в систему. На основі цього формується рейтинговий список. Враховуються пільги здобувача, якщо має пільгу але претендує на академічну стипендію, дається можливість вибрати, яку стипендію здобувач прагне отримувати. Також враховуються випадки, якщо здобувач має/мав академічну заборгованість. Після сформованого рейтингу, є можливість сформувати документ протоколу засідання стипендіальної комісії і реєстр стипендіатів. В бухгалтерській системі ці реєстри додаються до наказу про нарахування стипендії.

Для розробки використано php-фреймворк Laravel, HTML, CSS/Bootstrap, JavaScript, СУБД MySQL. Laravel забезпечує архітектуру MVC, що добре підходить для такого виду систем. Застосовано технологію однометодних контроллерів, де кожен контроллер відповідає за одну функцію при виклику. Система розгорнута на сервері з операційною системою Linux Ubuntu та веб-сервері Apache.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Laravel Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://laravel.com/docs
2. FPDF Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.fpdf.org/
3. Програмне забезпечення для функціонування Єдиної державної електронної бази з питань освіти Документація програмного виробу РОБОТА З ЄДЕБО ЗА ДОПОМОГОЮ REST-МЕТОДІВ – Київ : ПрАТ “НДІ ПІТ”, 2018. – 12 с.
4. Правила призначення академічних стипендій у Національному університеті біоресурсів і природокористування України – Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2023. – 22 с.

УДК 004.42

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗВАЖАЛЬНОГО КОНТЕНТУ НА БАЗІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Сафончик Д.О., науковий керівник Понзель Я.Ю.

Анотація. У роботі розглядаються актуальні аспекти проєктування та програмної реалізації алгоритмічного ядра для універсальної рекомендаційної системи розважального контенту, що об’єднує відеоігри, фільми, серіали та книги. Проведено детальний аналіз двох базових підходів: контентної та колаборативної фільтрації. Наведено їх математичне обґрунтування та описано переваги гібридного підходу для формування високоточних персоналізованих рекомендацій.

Постановка проблеми. В епоху стрімкого розвитку цифрових технологій обсяг доступного розважального контенту зростає експоненційно. Сучасні користувачі щодня стикаються з проблемою інформаційного перевантаження при виборі відеоігор, фільмів, серіалів чи книг для дозвілля. Існуючі на ринку платформи, як правило, є вузькоспеціалізованими і фокусуються лише на одному типі медіа. Це створює незручності для користувачів, які змушені використовувати декілька різних сервісів. Відтак, створення універсальної рекомендаційної системи, здатної агрегувати різноманітні типи контенту в єдиному середовищі та надавати високоточні крос-категорійні рекомендації, є актуальним науково-практичним завданням.

Мета роботи. Дослідження, математичне обґрунтування та реалізація алгоритмів фільтрації для генерування релевантних рекомендацій у крос-медійній платформі розважального контенту.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення проблеми «паралічу вибору» та створення ефективної системи, необхідно імплементувати надійне алгоритмічне ядро. У межах роботи розроблено рекомендаційну модель, що базується на комбінації двох класичних підходів.

Контентна фільтрація. Цей метод ґрунтується на аналізі внутрішніх властивостей об’єктів (наприклад, жанри, теги, розробники, актори) та їх зіставленні з профілем уподобань користувача. Якщо користувач раніше позитивно взаємодіяв із певним типом контенту (наприклад, ставив високі оцінки 4 та 5), система шукатиме об'єкти з подібними метаданими. Математично, для оцінки схожості між профілем користувача (u) та характеристиками нового об'єкта (i) використовується метрика косинусної подібності, що обчислюється за формулою (1):

$$sim(u, i) = cos(\theta) = (u \cdot i) / (||u|| \times ||i||) = \sum(u_j \cdot i_j) / (\sqrt{(\sum u_j^2)} \cdot \sqrt{(\sum i_j^2)}) \quad (1)$$

Перевагою цього підходу є повна незалежність від інших користувачів платформи, що дозволяє успішно вирішувати проблему «холодного старту» для щойно доданих ігор чи фільмів.

Колаборативна фільтрація. На відміну від попереднього методу, колаборативна фільтрація ігнорує метадані самого контенту, а базується на історії взаємодії великої групи користувачів (матриця "Користувач-Елемент"). Основна логіка: якщо два користувачі мали схожі інтереси в минулому, їхні смаки, ймовірно, збігатимуться і в майбутньому.

Для розрахунку подібності між двома користувачами найбільш ефективним є використання коефіцієнта кореляції Пірсона, що визначається за формулою (2):

$$sim(a, b) = \sum(r_{a,p} - \bar{r}_a)(r_{b,p} - \bar{r}_b) / (\sqrt{(\sum(r_{a,p} - \bar{r}_a)^2)} \cdot \sqrt{(\sum(r_{b,p} - \bar{r}_b)^2)}) \quad (2)$$

де $r_{a,p}$ - оцінка користувача a для контенту p, а $\bar{r}_a$ - його середня оцінка на платформі. Цей метод дозволяє знаходити несподівані, але точні рекомендації, розширюючи кругозір користувача.

Для досягнення найвищої точності в системі доцільно використовувати гібридний підхід, який обчислює зважену суму прогнозів обох алгоритмів.

*Гібридна фільтрація на основі зваженого синтезу***.** Для досягнення максимальної точності та нівелювання типових недоліків однокомпонентних систем (зокрема, проблеми «холодного старту» в колаборативній фільтрації та обмеженої різноманітності в контентній) у роботі реалізовано гібридну схему. Математична модель базується на обчисленні зваженої суми прогнозів обох алгоритмів. Фінальний рейтинг об'єкта (P_{final}) для користувача розраховується за формулою (3):

$$P_{final} = w_{cb} \cdot P_{cb} + w_{cf} \cdot P_{cf} \quad (3)$$

де P_{cb} та P_{cf} - прогнозні оцінки відповідності контенту інтересам користувача від контентного та колаборативного алгоритмів відповідно, а w_{cb} та w_{cf} - вагові коефіцієнти, сума яких дорівнює одиниці. Такий підхід дозволяє системі бути гнучкою: на етапі, коли про користувача відомо мало (новий профіль), система надає більшу вагу контентним характеристикам (жанри, теги), а з накопиченням історії оцінок - поступово збільшує вагу колаборативної компоненти, що забезпечує знаходження більш глибоких та неочевидних зв'язків між уподобаннями різних груп користувачів.

Висновки. У результаті виконання роботи успішно спроєктовано теоретичне та алгоритмічне ядро рекомендаційної системи розважального контенту. Аналіз методів контентної та колаборативної фільтрації доводить, що їх комплексне використання дозволяє створити математично обґрунтовану платформу. Створена алгоритмічна база повністю готова до програмної імплементації та впровадження у мікросервісну інфраструктуру проєкту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook. 3rd ed. Springer US, 2022. 1003 p. URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-0716-2197-4.
2. Aggarwal C. C. Recommender Systems: The Textbook. Springer, 2016. 498 p. URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-29659-3.
3. Koren Y., Bell R., Volinsky C. Matrix Factorization Techniques for Recommender Systems. IEEE Computer, 2009. Vol. 42, No. 8. pp. 30-37. URL: https://doi.org/10.1109/MC.2009.263.
4. Lops P., de Gemmis M., Semeraro G. Content-based Recommender Systems: State of the Art and Trends. Recommender Systems Handbook, 2011. pp. 73-105. URL: https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3_3.
5. Su X., Khoshgoftaar T. M. A Survey of Collaborative Filtering Techniques. Advances in Artificial Intelligence, 2009. 19 p. URL: https://doi.org/10.1155/2009/421425.

УДК 004.42

ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТУ З ЕКРАНУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Закомірний М.С., науковий керівник Голуб Б.Л.

На сьогоднішній день люди все більше стикаються з інформацією, яка часто подається у вигляді тексту. Це можуть бути ігри, веб-сторінки, цифрові документи та інше. Дуже часто цей текст написаний іноземними мовами і люди, які не володіють даними мовами, змушені користуватися перекладачами. Щоб полегшити процес перекладу таких текстів, був розроблений даний додаток, який дозволяє перекладати текст з екрану, без необхідності копіювати та вставляти такий текст у зовнішні перекладачі.

Призначення та функціональні можливості додатку. Це десктопний додаток, який призначений для перекладу тексту з екрана в реальному часі. Його основною функцією є отримання зображення з вибраної області екрану, отримання тексту з зображення за допомогою OCR (Optical Character Recognition) моделі та переклад отриманого тексту із використанням зовнішніх сервісів перекладу. На відміну від традиційних методів перекладу, додаток не потребує від користувача копіювати текст та вставляти його в перекладач.

Особливості реалізації. Однією з ключових особливостей додатку є можливість роботи в постійному режимі, коли програма періодично із заданим інтервалом, виконує захват вибраної області екрану, що дозволяє отримувати переклад без додаткових дій. Сам переклад подається в спеціальному вікні, яке закріплюється поверх інших. Щоб це вікно не заважало працювати з іншими додатками є можливість зробити його прозорим для кліків. Окрім цього, є можливість змінити прозорість самого вікна, щоб бачити що відбувається за ним. Ще однією особливістю є можливість працювати з додатком за допомогою гарячих клавіш, які дозволяють користувачу взагалі не використовувати головний інтерфейс, як тільки всі параметри були налаштовані.

Архітектура програмного забезпечення. Для даного додатку було вирішено використовувати багатошарову архітектуру з елементами модульності. Логіка системи розділена між шаром представлення (UI layer), шаром обробки (Service layer) та шаром інтеграції зовнішніх сервісів (Integration layer). Такий підхід дозволяє чітко розмежувати відповідальність компонентів та дозволяє підключати нові модулі без зміни логіки системи. Це вирішує проблему, коли потрібно додати новий модуль або замінити старий. Також дана архітектура полегшує тестування додатку, бо кожен модуль відповідає тільки за свій функціонал.

Відповідальність шарів. Шар представлення відповідає за отримання команд від користувача, їхню обробку та виведення результатів перекладу в спеціальному вікні. Шар обробки відповідає за основну логіку програми. Тут реалізовані всі основні сервіси, які використовуються для роботи програми. Сюди належать сервіс захоплення зображення з екрана, сервіс отримання тексту з зображення та сервіс перекладу тексту. Шар інтеграції відповідає за взаємодію з зовнішніми сервісами. Його реалізація базується на використанні адаптерів, які реалізовують інтерфейси через які відбувається взаємодія з даними сервісами в самому додатку. У реалізованому додатку використовуються адаптери для сервісів перекладу та OCR моделей.

Інтерфейс користувача. Для розробки інтерфейсу використовувалися мова програмування C# та фреймворк WPF. Інтерфейс користувача був розроблений так, щоб всі необхідні функції були в швидкому доступі. Він розрахований на початкову взаємодію з додатком, коли після необхідних налаштувань системи, його можна просто закрити і працювати без нього. Для цього було додано можливість роботи з додатком використовуючи гарячі клавіші. Всі основні функції інтерфейсу розташовані зліва та

зверху. По центру було зроблено панель налаштувань оверлею та перекладу, так як вони часто змінюються.

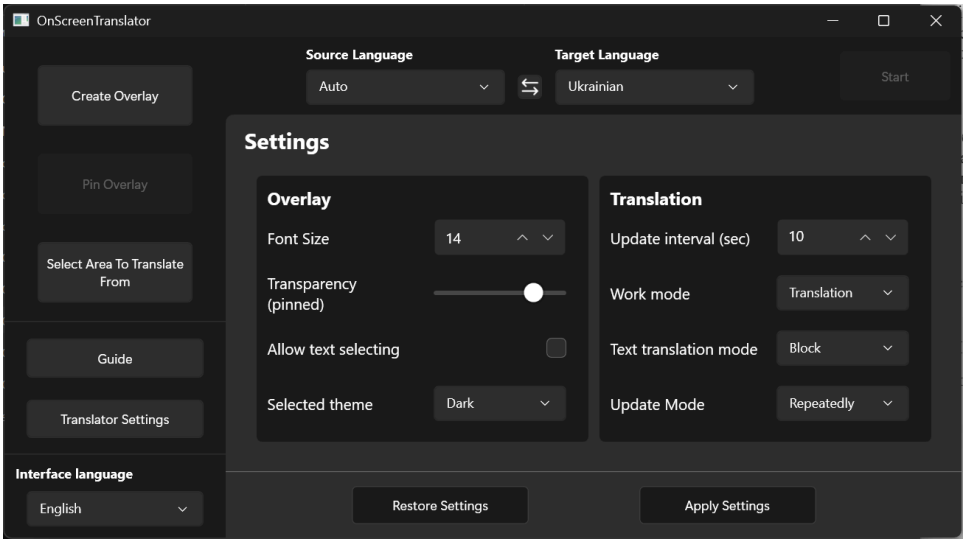


Рис. 1 Інтерфейс користувача

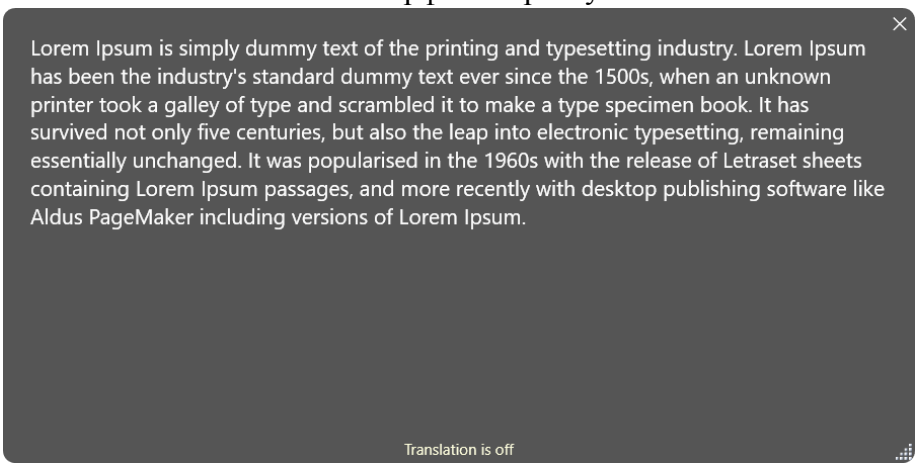


Рис. 2 Оверлей для виведення результатів перекладу

Подальший розвиток додатку. Перспективи розвитку проєкту зосереджені на розширенні інтеграційних можливостей та підвищенні швидкодії обробки даних. Пріоритетними завданнями є підключення нових перекладацьких API (зокрема DeepL та Microsoft Translator) для покращення якості адаптації складного контексту, а також впровадження алгоритмів оптимізації на базі GPU для прискорення препроцесингу зображень. Крім того, планується реалізація механізму кешування результатів, що дозволить мінімізувати кількість мережевих запитів та забезпечити миттєвий відгук системи при повторному виявленні ідентичних фрагментів тексту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. libretranslate.com [Електронний ресурс]: «Documentation» - Режим доступу: https://docs.libretranslate.com/ (дата звернення: 12.04.2026).
2. microsoft.com [Електронний ресурс]: «Windows Presentation Foundation documentation» - Режим доступу: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/wpf/ (дата звернення: 12.04.2026).

УДК 004.42

АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОЇ ПІДСИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО СПОВІЩЕННЯ ТА НАВІГАЦІЇ ДО ОБ'ЄКТІВ УКРИТТЯ В УМОВАХ УНІВЕРСИТЕТСЬКОГО КАМПУСУ

Глущенко В.Р., науковий керівник Понзель Я.Ю.

ВСТУП (АКТУАЛЬНІСТЬ)

Забезпечення безпеки учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану є пріоритетним завданням кожного закладу вищої освіти (ЗВО). Попри регулярне проведення інструктажів та наявність статичних інформаційних стендів, практика показує, що значна частина студентів стикається з труднощами під час оперативного пошуку захисних споруд. Особливо гостро ця проблема постає перед студентами перших курсів, а також особами, які тривалий час перебували на дистанційній формі навчання і не мають достатнього досвіду орієнтування на розгалуженій території університетського кампусу.

В умовах критичної загрози (наприклад, застосування балістичного озброєння або ударних БПЛА), коли час на евакуацію обмежений кількома хвилинами, традиційні методи навігації та усні інструкції виявляються недостатніми. Розробка мобільної підсистеми, яка інтегрує миттєве сповіщення з автоматизованим побудуванням маршруту до найближчого об'єкта укриття, є актуальним технічним рішенням для підвищення стійкості системи цивільного захисту університету.

ТЕХНОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ ТА СТЕК РОЗРОБКИ

Для реалізації підсистеми було обрано стек технологій, що забезпечує високу швидкість розробки та відмовостійкість:

1. **Клієнтська частина:** Framework React Native (з використанням Expo SDK). Це дозволяє охопити максимальну кількість користувачів (iOS та Android) через єдину кодову базу.
2. **Серверна інфраструктура (BaaS):** Платформа Supabase, що надає вбудовані механізми реплікації бази даних PostgreSQL у реальному часі.
3. **Логіка синхронізації:** Edge Functions (Deno), які виконують роль легковагових безсерверних обчислювачів для обробки сигналів тривоги.

ГІБРИДНА МОДЕЛЬ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДАНИХ

Одним із ключових викликів при проєктуванні системи стала необхідність поєднання оперативності сповіщення з обмеженнями зовнішніх API. Для цього було впроваджено гібридну дворівневу модель:

1. **Backend-моніторинг:** Серверна функція (Edge Function) здійснює циклічне опитування (Polling) державних API тривог з інтервалом в 1 хвилину. Це дозволяє централізовано отримувати дані, не перевантажуючи зовнішні сервіси запитами від тисяч окремих клієнтських додатків.
2. **Realtime-трансляція:** Щойно статус безпеки в базі даних змінюється, спрацьовує механізм PostgreSQL Replication. Дані через протокол WebSockets миттєво «проштовхуються» на пристрої студентів.

АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОФЛАЙН-НАВІГАЦІЯ

Для розв'язання задачі навігації в умовах кампусу НУБіП України було реалізовано механізм динамічного відображення об'єктів укриття на основі їхнього географічного розташування. Система оперує базою даних координат (latitude та longitude) кожного корпусу та гуртожитку, що дозволяє користувачеві отримувати точну інформацію про місцезнаходження безпечних зон.

Особлива увагу у роботі приділена Offline-First підходу. Враховуючи, що під час надзвичайних ситуацій мобільні мережі часто зазнають перевантаження, а сигнал GPS

може бути заблокований радіоелектронним придушенням, у додаток інтегрована цифрова план-схема об’єктів укриття університетського кампусу.

Завдяки використанню растрової графіки високої роздільної здатності та спеціалізованих модулів інтерактивного масштабування, система дозволяє студенту:

1. візуально визначити своє місцеперебування відносно корпусів;
2. детально переглянути шляхи підходу до захисних споруд;
3. орієнтуватися в локаціях навіть за умов повної відсутності інтернет-з’єднання або відключення веж стільникового зв'язку.

Така архітектура навігаційного блоку підвищує автономність системи та гарантує стабільний доступ студентів до критичної інформації у будь-яких умовах.

ВИСНОВКИ

Запропонована підсистема безпеки вирішує проблему «інформаційного вакууму» та дезорієнтації студентів під час надзвичайних ситуацій. Головною перевагою є автоматизація вибору найближчого безпечного об’єкта, що критично важливо для нових учасників освітнього процесу. Гібридна архітектура на базі хмарних технологій Supabase забезпечує надійність системи за умови мінімального використання ресурсів мобільних пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. React Native: Learn once, write anywhere. URL: https://reactnative.dev/docs/getting-started
2. Supabase Documentation: Realtime and Database Design. URL: https://supabase.com/docs
3. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/ed20121002#Text
4. План-схема розташування укриттів у навчальних корпусах та гуртожитках НУБіП України. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u388/plan-shema_0_0.pdf

УДК 004.42:004.89:551.5

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ПОВСЯКДЕННИХ АКТИВНОСТЕЙ

Прокопенко П.Г., науковий керівник Вайганг Г.О.

У сучасному світі зростає залежність повсякденного планування від метеорологічних умов: вибір одягу, маршруту, фізичних активностей значною мірою визначається поточною погодою. Існуючі метеорологічні сервіси надають переважно узагальнені дані без урахування індивідуальних характеристик користувача – віку, рівня фізичної активності та персональних уподобань. Це суттєво знижує практичну цінність прогнозів та не дозволяє автоматизувати прийняття повсякденних рішень на основі кліматичних параметрів.

Актуальність роботи зумовлена потребою у створенні інтелектуальної системи, яка поєднує точні метеорологічні дані з персоналізованими рекомендаціями, згенерованими засобами штучного інтелекту. Метою даної наукової роботи стала розробка веб-додатку «Climfy» – системи моніторингу кліматичних параметрів з адаптивними рекомендаціями для планування повсякденних активностей користувача.

До основних завдань дослідження належать аналіз існуючих метеорологічних сервісів, проєктування клієнт-серверної архітектури системи, розробка веб-застосунку з підтримкою геолокації та пошуку міст, а також інтеграція інтелектуального модуля для формування персоналізованих рекомендацій. Додатково передбачено забезпечення багатомовності інтерфейсу та перевірку коректності роботи системи.

Архітектура системи. Додаток побудовано за клієнт-серверною архітектурою. Загальну структуру взаємодії компонентів системи, включаючи клієнтський інтерфейс, серверну частину та зовнішні сервіси, представлено на рис. 1.

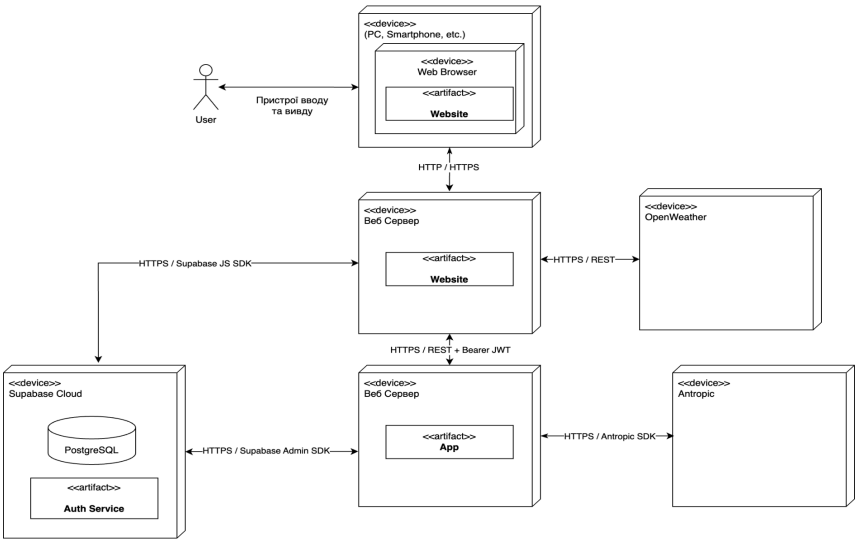


Рис.1 Діаграма розгортання системи моніторингу кліматичних параметрів «Climfy»

Як показано на рис. 1, користувач взаємодіє з вебзастосунком через браузер, тоді як обробка запитів і бізнес-логіка реалізуються на сервері. Система інтегрується із зовнішніми сервісами для отримання даних і формування рекомендацій, а зберігання та автентифікація забезпечуються у хмарному середовищі.

Клієнтська частина реалізована як SPA на React 19 (TypeScript 5, Vite 7) із використанням TanStack Query 5, React Router 7 та Tailwind CSS v4 (shadcn/ui). Візуалізація даних виконана через Recharts, інтернаціоналізація – за допомогою i18next.

Серверна частина побудована на Node.js (Hono) та розгорнута на Railway. Автентифікація реалізована через Supabase Auth (JWT), дані зберігаються у PostgreSQL

із використанням RLS. REST API забезпечує роботу з користувачами, рекомендаціями, обраними містами та історією пошуку.

Функціональні можливості. Система забезпечує відображення поточних метеорологічних даних (температура, відчувається як, вологість, швидкість вітру, атмосферний тиск, видимість, час сходу та заходу сонця) та п'ятиденного прогнозу із використанням OpenWeatherMap API. Вигляд користувацького інтерфейсу розробленого веб-застосунку наведено на рис. 2.

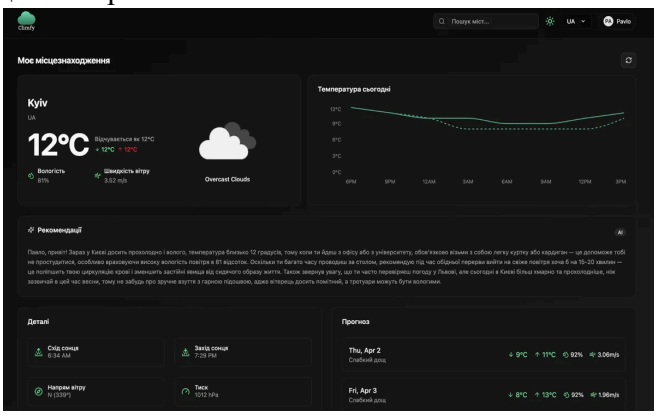


Рис. 2 Інтерфейс користувача веб-застосунку «Climfy»

Як показано на рис. 2, інтерфейс системи забезпечує відображення поточних кліматичних параметрів, погодинного графіка температури, персоналізованих рекомендацій та прогнозу погоди. Така структура дозволяє користувачу отримувати всю необхідну інформацію в межах одного екрану без додаткової навігації. Реалізовано інтерактивний пошук міст з автодоповненням, ведення історії запитів та можливість формування списку обраних локацій, а також автоматичне визначення місцеположення користувача.

Ключовою особливістю системи є модуль персоналізованих рекомендацій, що формуються з використанням технологій штучного інтелекту з урахуванням профілю користувача та поточних погодних умов. Для підвищення ефективності роботи реалізовано механізм кешування результатів, а також підтримку налаштувань інтерфейсу, зокрема вибір теми оформлення та одиниць вимірювання.

Висновки. У результаті роботи розроблено веб-застосунок, який поєднує отримання метеорологічних даних із їх інтелектуальною обробкою. Запропоноване рішення підвищує практичну цінність погодної інформації та може бути використане для підтримки прийняття повсякденних рішень користувачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. React Official Documentation [Електронний ресурс]: React – Режим доступу: https://react.dev
2. OpenWeatherMap API Documentation [Електронний ресурс]: OpenWeatherMap – Режим доступу: https://openweathermap.org/api
3. Supabase Documentation [Електронний ресурс]: Supabase Docs – Режим доступу: https://supabase.com/docs
4. TypeScript Handbook [Електронний ресурс]: TypeScript – Режим доступу: https://www.typescriptlang.org/docs
5. Anthropic Claude API Documentation [Електронний ресурс]: Anthropic Docs – Режим доступу: https://docs.anthropic.com

УДК 004.42

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ОБЛІКУ ОСОБИСТИХ ФІНАНСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА

Боярінов В.І., науковий керівник Понзель Я.Ю.

В умовах цифровізації повсякденне фінансове життя користувача охоплює велику кількість платежів, підписок, онлайн-покупок і нерегулярних витрат. За таких умов важливого значення набувають не лише фіксація фінансових операцій, а й швидке отримання зрозумілої аналітики, що дає змогу контролювати структуру витрат, виявляти повторювані дії та коригувати фінансову поведінку[1]. Практика фінансової освіти підтверджує, що систематичне відстеження витрат сприяє кращому розумінню власних звичок і ухваленню більш обґрунтованих бюджетних рішень. Водночас значна частина наявних застосунків для персонального фінансового обліку залишається складною з погляду інтерфейсу або вимагає надто багато ручних дій під час внесення записів, що знижує готовність користувача вести бюджет регулярно.

Метою роботи є розробка мобільного застосунку для обліку особистих фінансів, автоматизації створення фінансових записів і подання аналітичної інформації у зручній для користувача формі. Концепція запропонованого рішення орієнтована на поєднання простого інтерфейсу, локальної швидкодії та інтелектуальної обробки введених даних. На відміну від традиційних трекерів витрат, запропонований застосунок зменшує кількість ручних дій під час внесення транзакцій, що є одним із ключових чинників регулярного використання таких систем у повсякденній практиці.

Програмну реалізацію застосунку виконано з використанням сучасного стеку мобільної розробки для платформи iOS. Побудову інтерфейсу здійснено засобами SwiftUI, що дає змогу створювати декларативні, адаптивні та продуктивні користувацькі інтерфейси[2]. Для локального зберігання даних застосовано SwiftData [3] як вбудований фреймворк збереження моделей, що забезпечує узгодженість даних, спрощує роботу з локальним сховищем і природно інтегрується з застосунками на SwiftUI. Така технологічна основа є доцільною для персонального фінансового застосунку, орієнтованого на швидкий доступ до записів, стабільну роботу та збереження даних безпосередньо на пристрої користувача. Це також узгоджується з вимогою конфіденційності, оскільки в подібних системах важливими є мінімізація зайвих зовнішніх залежностей і контроль користувача над власною фінансовою інформацією.

Ключовою особливістю застосунку є використання механізмів ШІ під час додавання транзакцій. Користувач може вводити запис у довільній формі, наприклад: «кава 95 грн» або «зарплата 25000», після чого система інтерпретує введення, відокремлює суму, визначає тип операції та пропонує категорію витрати або доходу. Такий підхід знижує когнітивне навантаження на користувача й скорочує час створення запису. Для мобільних фінансових інструментів це має принципове значення, оскільки надмірна кількість кроків у сценарії введення часто призводить до відмови від регулярного ведення бюджету.

Функціональні можливості застосунку охоплюють створення, редагування та перегляд транзакцій, категоризацію доходів і витрат, формування бюджетів, пошук і фільтрацію записів, відображення історії операцій, а також подання статистики у вигляді діаграм. Додатково передбачено підтримку повторюваних витрат, власних категорій і мультивалютного обліку, що наближає застосунок до реальних сценаріїв щоденного використання. Це дає користувачеві змогу не лише накопичувати дані, а й аналізувати фінансові звички в динаміці. Окрему увагу приділено візуальній простоті інтерфейсу: основні дії доступні з мінімальною кількістю переходів, а використання

вбудованих компонентів iOS забезпечує передбачуваність взаємодії та високу продуктивність.

Архітектурно застосунок побудовано за моделлю MV (Model–View) у її сервісно-орієнтованому трактуванні. У цій структурі Model представлено сутностями та даними SwiftData, а View реалізовано засобами SwiftUI як декларативний шар, що безпосередньо відображає стан моделі та ініціює користувацькі дії. Прикладна логіка не концентрується в окремих view model-об'єктах, а локалізується в незалежних сервісах, відповідальних за роботу з транзакціями, категоріями, бюджетами та ШІ-обробкою текстового введення. Передавання сервісів через механізми середовища відповідає природі SwiftUI, де залежності доцільно ін'єктувати на рівні дерева інтерфейсу без жорсткого зв'язування конкретних екранів із деталями реалізації.

Вибір такого підходу є більш доцільним порівняно з класичною моделлю MVVM (Model–View–ViewModel). Для застосунку, у якому значна частина стану вже підтримується SwiftUI та SwiftData, додатковий шар ViewModel часто дублює дані, ускладнює потік оновлень і збільшує обсяг технічного коду без суттєвого приросту предметної логіки. Натомість сервісно-орієнтований MV-підхід дає змогу зберегти структуру простішою: подання відповідають за композицію інтерфейсу, моделі за зберігання стану, а сервіси за прикладні операції. За таких умов перевагами обраної архітектури є краща тестованість сервісів, нижча зв'язаність між екранами, простіше масштабування функціональності та більш природна відповідність сучасним рекомендаціям Apple щодо побудови застосунків на SwiftUI [4,5].

Таким чином, розроблено мобільний застосунок, який поєднує засоби обліку особистих фінансів із механізмами автоматизованого введення транзакцій. Практична цінність результату полягає у зниженні бар'єру для регулярного ведення бюджету та підвищенні зручності аналізу витрат і доходів. Перспективи подальшого розвитку пов'язані з розширенням ШІ-функціоналу, зокрема з автоматичним виявленням фінансових шаблонів, формуванням персоналізованих рекомендацій і прогнозуванням бюджетних ризиків на основі попередньої історії операцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Consumer Financial Protection Bureau. [Електронний ресурс]: «Track your spending with this easy tool».Режим доступу: https://www.consumerfinance.gov/about-us/blog/track-your-spending-with-this-easy-tool/ (дата звернення: 15.01.2026).
2. Apple Developer. [Електронний ресурс]: «SwiftUI». Режим доступу: https://developer.apple.com/documentation/swiftui (дата звернення: 20.01.2026).
3. Apple Developer. [Електронний ресурс]: «SwiftData». Режим доступу: https://developer.apple.com/documentation/swiftdata (дата звернення: 22.01.2026).
4. Apple Developer. [Електронний ресурс]: «Managing model data in your app». Режим доступу: https://developer.apple.com/documentation/swiftui/managing-model-data-in-your-app (дата звернення: 05.02.2026).
5. OpenAI. [Електронний ресурс]: OpenAI API Platform Documentation». Режим доступу: https://developers.openai.com/api/docs (дата звернення: 17.03.2026).

УДК 004.42:004.738.5:004.056

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВІДВІДУВАЧІВ ДЛЯ SMART CAMPUS НА ОСНОВІ HOME ASSISTANT

Медяник Д.А., науковий керівник: Волошина Т.В.

Сучасні заклади вищої освіти дедалі активніше впроваджують концепцію Smart Campus, яка передбачає інтеграцію цифрових технологій у навчальне, адміністративне та безпекове середовище. Одним із важливих напрямів такого впровадження є автоматизація контролю доступу до приміщень навчального закладу. Традиційні підходи до організації пропускного режиму часто характеризуються обмеженою гнучкістю, низьким рівнем централізації та недостатньою інтеграцією з іншими інформаційними підсистемами. У зв'язку з цим актуальним є створення інформаційної системи контролю відвідувачів, яка може бути інтегрована в уже наявну інфраструктуру Smart Campus.

Метою роботи є розробка інформаційної системи контролю відвідувачів для Smart Campus на основі платформи Home Assistant, яка забезпечує ідентифікацію користувачів, перевірку прав доступу, фіксацію подій проходу та підтримку подальшого розширення функціональності системи. Особливістю підходу є те, що нова підсистема не замінює вже реалізовані модулі Smart Campus, а доповнює їх, зберігаючи загальну архітектурну цілісність платформи.

Основою реалізації обрано Home Assistant як центральну платформу керування та інтеграції, оскільки вона підтримує гнучке налаштування автоматизацій, роботу з веб-інтерфейсом, журналами подій, історією станів, а також інтеграцію з мікроконтролерними вузлами через ESPHome. У межах практичної реалізації для демонстрації працездатності системи використовується вузол на базі ESP32 із модулем RC522, оскільки даний зчитувач є доступним для побудови прототипу. Водночас для практичного впровадження більш доцільним є використання PN532, що підтримує NFC і забезпечує вищий рівень зручності, перспективності та сумісності зі сучасними засобами ідентифікації.

Запропонована система передбачає наявність кількох ключових сутностей: користувач, мітка доступу, роль, зона доступу, точка проходу, правило доступу, подія проходу та повідомлення про інцидент. Логіка функціонування системи полягає у зчитуванні ідентифікатора мітки, передачі цієї інформації до серверної частини, перевірці належності мітки конкретному користувачу, визначенні його ролі та прав доступу, після чого система приймає рішення про надання або відмову у доступі. Кожна спроба проходу реєструється в журналі подій, що дозволяє формувати звітно-статистичну інформацію та здійснювати подальший аналіз роботи системи.

Важливою перевагою розробленого підходу є можливість використання вже існуючого середовища Home Assistant не лише як платформи автоматизації, а і як інтерфейсу користувача. Це дає змогу адміністратору та відповідальним особам отримувати доступ до стану вузлів, журналу подій, історії проходів, автоматизацій та конфігурацій без розробки окремого клієнтського застосунку. Таким чином, система поєднує функції моніторингу, керування та контролю доступу в єдиному програмному середовищі.

У ході проєктування було побудовано UML-моделі системи, ER-модель інформаційної бази, фізичну модель бази даних та підготовлено SQL-структуру для зберігання ролей, користувачів, міток, правил доступу, подій проходу й повідомлень про інциденти. Для збереження структурованих даних у межах роботи доцільно використовувати PostgreSQL, оскільки ця СУБД добре підходить для реляційної моделі, підтримує зовнішні ключі, індекси та забезпечує надійне збереження журналів подій і результатів перевірок доступу.

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропоноване рішення може бути використане як основа для побудови повноцінної підсистеми контролю відвідувачів у межах Smart Campus. Система може бути масштабована шляхом додавання нових точок доступу, розширення набору правил доступу, інтеграції зі сповіщеннями для охорони, а також використання мобільних NFC-пристроїв у перспективі. Окремим напрямом розвитку може бути формування аналітичних звітів щодо активності користувачів, навантаження на точки проходу та кількості інцидентів безпеки.

Отже, розробка інформаційної системи контролю відвідувачів для Smart Campus на основі Home Assistant є актуальним і практично значущим завданням. Запропонований підхід дозволяє створити гнучку, модульну та інтегровану систему, яка поєднує апаратну частину на базі ESP32, засоби ідентифікації RFID/NFC, серверну платформу Home Assistant та структуроване збереження подій доступу. Це створює передумови для подальшого розвитку інтелектуального цифрового середовища сучасного закладу освіти.

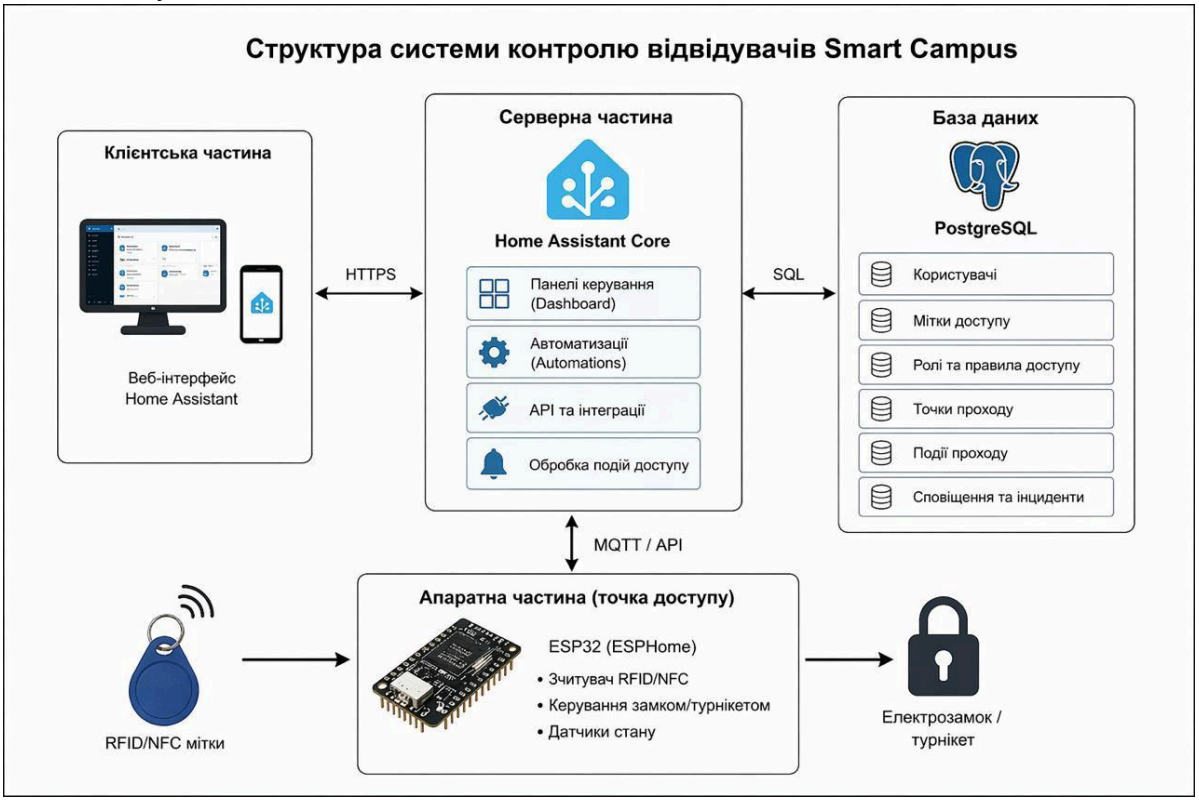


Рис. 1 Структура системи контролю відвідувачів Smart Campus

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Home Assistant. Open source home automation that puts local control and privacy first.
2. ESPHome Documentation. Official documentation for ESPHome.
3. PostgreSQL Documentation. The official PostgreSQL documentation.
4. RFID-RC522 Module documentation and technical description.
5. PN532 NFC/RFID Controller documentation.

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ УЗГОДЖЕНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ІНДЕКСУ З УРАХУВАННЯМ ОКРЕМИХ МЕТРИК

Романюк Є.А., науковий керівник Британ А.В.

Актуальність теми. Зростаюче техногенне навантаження на довкілля в Україні зумовлює потребу в автоматизованих засобах комплексної оцінки його стану одночасно за повітрям, водою та ґрунтом. Наявні системи моніторингу переважно оперують окремими показниками та не забезпечують єдиного узгодженого показника якості середовища. Тому розробка веб-орієнтованого програмного забезпечення, що агрегує різнорідні метрики (AQI, WQI, SQI) у єдиний узгоджений екологічний індекс, є актуальним науково-прикладним завданням.

Об'єкт дослідження. Процеси збору, нормалізації та агрегування різнорідних екологічних показників стану атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів.

Предмет дослідження. Методи, алгоритми та програмні засоби обчислення узгодженого екологічного індексу з урахуванням окремих метрик трьох середовищ.

Мета дослідження. Розробка веб-застосунку "Липа" для автоматизованого розрахунку узгодженого екологічного індексу на основі нормалізації та зваженого агрегування множини екологічних показників повітря, води та ґрунту.

Завдання дослідження: провести аналіз предметної області та методик інтегральної оцінки довкілля; обґрунтувати набір метрик і спосіб їх нормалізації; розробити алгоритм обчислення узгодженого індексу; спроєктувати клієнт-серверну архітектуру та модель бази даних; реалізувати інтерактивну картографію зон моніторингу; виконати програмну реалізацію та протестувати систему на реальних наборах даних.

Виклад основного матеріалу. У межах роботи розроблено інформаційну систему "Липа" – клієнт-серверне веб-застосування для моніторингу якості навколишнього середовища та розрахунку узгодженого екологічного індексу. Систему побудовано за клієнт-серверною архітектурою: клієнтська частина реалізована на Next.js з React і TypeScript, інтерактивна картографія – на Leaflet з підкладкою OpenStreetMap; серверна частина – на NestJS (Node.js) з модульною структурою (AuthModule, StationsModule, AirPointsModule, SoilStationsModule, WaterStationsModule, ZonesModule, ScheduleModule); зберігання – у PostgreSQL 15; зовнішнім джерелом даних повітря слугує Open-Meteo API [2]; безпечний публічний доступ забезпечено через Cloudflare Tunnel, розгортання – через Docker Compose (рис. 1).

Узгоджений екологічний індекс обчислюється як зважена згортка нормалізованих приватних індексів за трьома середовищами: для повітря – European AQI, для води – WQI, для ґрунту – SQI

Індекс якості повітря *European AQI* обчислюється як максимум серед кусково-лінійних субіндексів основних забруднювачів PM2.5, PM10, NO_2, O_3, SO_2 [3]:

$$AQI = \max\{ I_j \}, \quad I_j(v) = i_L + (v - c_L)\cdot(i_H - i_L)/(c_H - c_L),$$

де (c_L, c_H, i_L, i_H) – межі відповідного діапазону концентрації та субіндексу.

Індекс якості води *WQI* визначається за максимальним перевищенням гранично допустимих концентрацій (ГДК) серед восьми параметрів – амонію, BOD_5, хлоридів, розчиненого кисню, нітратів, нітритів, сульфатів і завислих речовин:

$$WQI = 100 \cdot \max_i (C_i / ГДК_i), \quad для\ O_2\ розч.: C_i / ГДК_i \rightarrow ГДК_i / C_i.$$

Індекс якості ґрунту *SQI* формується як зважена згортка нормалізованих відхилень від оптимуму за п'ятьма групами показників:

$$SQI = 0{,}25\cdot D_pH + 0{,}20\cdot D_EC + 0{,}20\cdot D_OM + 0{,}25\cdot D_макро + 0{,}10\cdot D_мікро,$$

де D_pH, D_EC, D_OM – нормалізовані відхилення pH, електропровідності та вмісту органіки, D_макро і D_мікро – середні відхилення макро- (NO_3-N, P, K, Ca, Mg, SO_4-S)

та мікроелементів (Zn, Mn, Cu, Fe, Co, B, Mo) від оптимальних значень, обмежені [0; 100]. Узгоджений екологічний індекс визначається як зважена згортка часткових індексів UEI = Σ w_k · I_k з ваговими коефіцієнтами w_k, обчисленими методом аналізу ієрархій Сааті [4].

База даних містить таблиці users, station, air_measurement, soil_station/soil_measurement, water_station/water_measurement та zone з цілісністю на зовнішніх ключах. Ролі “адміністратор” і “еколог” реалізовано через JWT-автентифікацію; ScheduleModule забезпечує щогодинне автоматичне оновлення повітряних вимірювань. Тестування на реальних наборах даних станцій моніторингу підтвердило коректність обчислень часткових та узгодженого індексів і зручність роботи з користувацькими зонами моніторингу на карті [5].

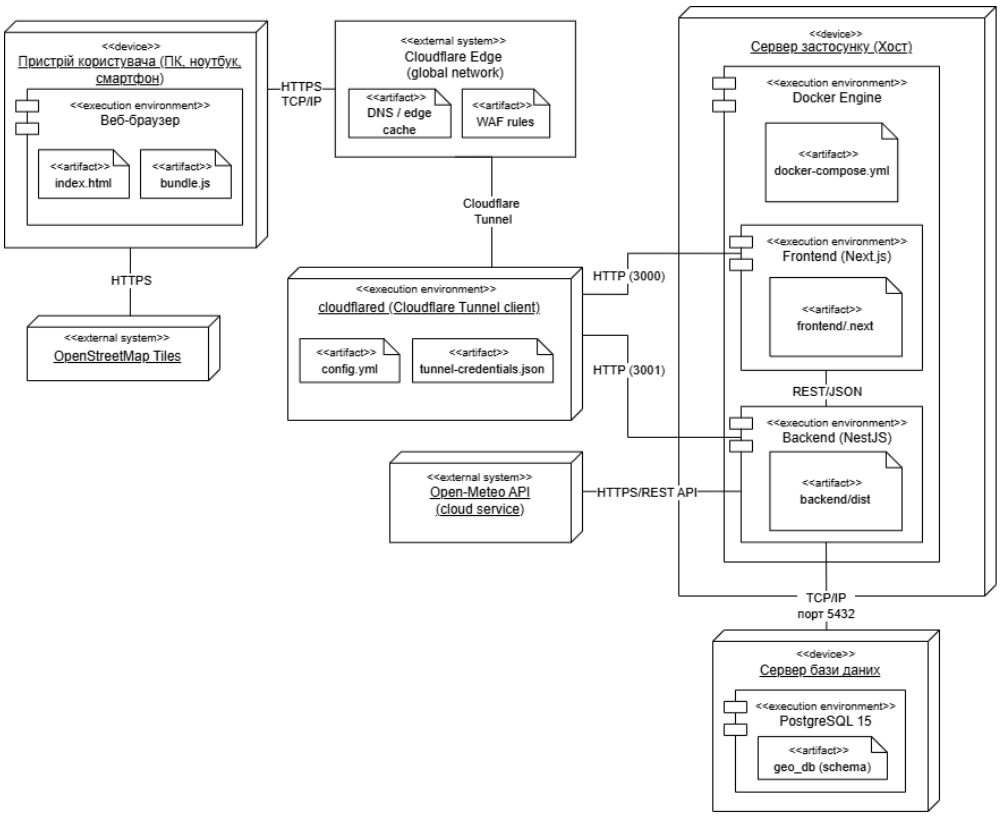


Рис. 1 Діаграма розгортання інформаційної системи “Липа”

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клименко М. О. Моніторинг довкілля: підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – Київ: Академія, 2020. – 360 с.
2. Open-Meteo Air Quality API [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://open-meteo.com/en/docs/air-quality-api
3. European Environment Agency. European Air Quality Index [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index
4. Saaty T. L. Decision making with the analytic hierarchy process / T. L. Saaty // International Journal of Services Sciences. – 2008. – Vol. 1, № 1. – P. 83–98.
5. NestJS documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.nestjs.com/

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ ЛІКАРНІ

Денисенко В.А., науковий керівник Міловідов Ю.О.

Актуальність теми. Сучасна медицина вимагає ефективних цифрових інструментів для управління потоком пацієнтів. Традиційні методи реєстрації – паперові журнали та телефонні записи – є неефективними, призводять до черг та помилок у розкладі лікарів. Впровадження інформаційної системи для реєстрації пацієнтів дозволяє автоматизувати процес запису, зберігати медичні дані в електронному вигляді та забезпечити зручний доступ до інформації для всіх учасників медичного процесу.

Об'єкт дослідження. Процес реєстрації та управління записами пацієнтів у медичному закладі.

Предмет дослідження. Програмне забезпечення інформаційної системи для автоматизації реєстрації пацієнтів лікарні з розмежуванням прав доступу користувачів.

Мета дослідження. Розробка повноцінного веб-застосунку для автоматизації процесу реєстрації пацієнтів у лікарні "Mediculus", що забезпечує зручний онлайн-запис до лікарів, зберігання медичних даних та управління розкладом прийомів.

Завдання дослідження. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: аналіз вимог до інформаційної системи медичного закладу; проєктування реляційної бази даних з урахуванням третьої нормальної форми; розробка REST API на основі Django REST Framework; реалізація розмежування прав доступу за ролями (пацієнт, лікар, адміністратор); реалізація алгоритму автоматичної генерації вільних слотів для запису.

Виклад основного матеріалу. Розроблена система "Mediculus" являє собою веб-застосунок з клієнт-серверною моделлю взаємодії, побудований на основі багаторівневої архітектури. Серверна частина реалізована на мові програмування Python з використанням фреймворку Django 5.2 та Django REST Framework для побудови REST API. В якості системи управління базами даних обрано PostgreSQL 16, що забезпечує підтримку часткових унікальних обмежень та надійне зберігання медичних даних. Клієнтська частина побудована на HTML, Bootstrap 5 та Vanilla JavaScript з використанням асинхронних fetch-запитів до API.

База даних системи містить наступні сутності: User, Patient, Doctor, Specialty, DoctorSchedule, Appointment, MedicalRecord, Notification. Всі таблиці відповідають третій нормальній формі. Система підтримує три ролі користувачів: пацієнт, лікар та адміністратор. Авторизація реалізована на основі JWT-токенів з механізмом RBAC (Role-Based Access Control). Паролі зберігаються у хешованому вигляді за алгоритмом PBKDF2+SHA256.

Ключовою функціональністю системи є автоматична генерація вільних часових слотів для запису на прийом на основі індивідуального розкладу кожного лікаря. Система відображає лише вільні слоти на 14 днів вперед, виключаючи вже зайняті записи. Реалізовано автоматичне визначення пропущених прийомів: якщо пацієнт не з'явився після закінчення часу прийому плюс 10 хвилин, запис автоматично отримує статус "пропущено" з відповідними сповіщеннями для пацієнта та лікаря. Після завершення прийому лікар виносить результати прийому із зазначенням діагнозу та призначеного лікування, які зберігаються в електронному вигляді та доступні пацієнту онлайн.

Графічний інтерфейс головної сторінки системи (рис. 1) розроблений з урахуванням принципів зручності використання. Головна сторінка надає можливість

пошуку лікаря за іменем або спеціальністю, містить клікабельні іконки медичних спеціальностей та покрокову інструкцію для запису.

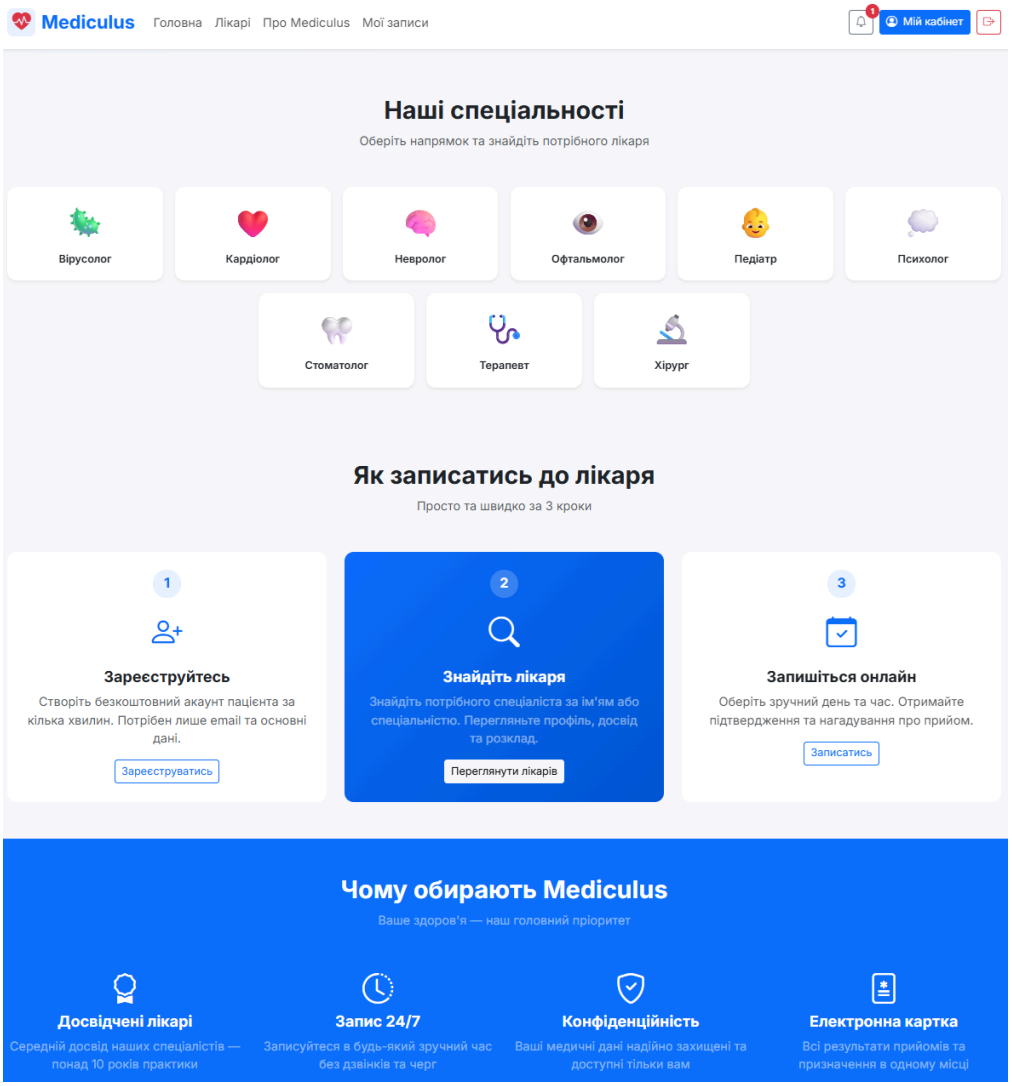


Рис. 1 Графічний інтерфейс головної сторінки системи “Mediculus”

В результаті роботи розроблено повноцінний веб-застосунок інформаційної системи реєстрації пацієнтів лікарні “Mediculus”. Система забезпечує автоматизацію процесу запису до лікарів, електронне зберігання результатів прийомів та зручний доступ до інформації для пацієнтів, лікарів та адміністраторів. Застосування сучасних технологій (Django, PostgreSQL, JWT, REST API) та багаторівневої архітектури забезпечує надійність, безпеку та масштабованість системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Django Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/
2. Django REST Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.django-rest-framework.org/
3. PostgreSQL Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/
4. Bootstrap 5 Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://getbootstrap.com/docs/5.0/

УДК 004.42

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВЛАСНИКІВ ТВАРИН В НАДЗВИЧАЙНИХ УМОВАХ

Прилуцький А.В., науковий керівник Назаренко В.А.

У сучасних умовах проблема безпритульних тварин в Україні набула критичних масштабів внаслідок повномасштабного вторгнення. Багато домашніх улюбленців залишилися без господарів через евакуацію населення та руйнування інфраструктури, що призвело до надмірного навантаження на волонтерські організації та притулки. Спеціалізований додаток для власників тварин є ефективним інструментом для вирішення цієї проблеми, пропонуючи цифрову платформу для автоматизації взаємодії між волонтерами та потенційними власниками.

Ця система включає у себе комплекс програмних засобів, що дозволяє зібрати та обробити інформацію про тварин у реальному часі. Основою системи є програмний продукт, розроблений на базі сучасних кросплатформових технологій, що забезпечує стабільну роботу на пристроях iOS та Android. Даний продукт містить широкий набір функцій, що дозволяють користувачу знайти нового домашнього улюбленця за допомогою зручної механіки «свайпів». Крім того, система є масштабованою та реалізована з використанням хмарної інфраструктури для надійного збереження даних.

Зібрані дані зберігаються у базі даних, яка доступна в режимі онлайн для адміністраторів притулків, волонтерів та власників тварин. За допомогою спеціальних алгоритмів та програмних засобів система автоматично аналізує отриману інформацію та відображає її у вигляді аналітичних показників. Візуалізація статистичних даних профілю, таких як розподіл тварин за статтю чи типом, реалізована безпосередньо у мобільному інтерфейсі. Дана аналітика доступна волонтерам для оцінки наповненості бази та моніторингу статусу прилаштування підопічних.

Важливо зазначити, що спеціалізований додаток для власників тварин полегшує процес пошуку тварини завдяки системі інтелектуальних фільтрів та персоналізованих добірок. Використання сучасних методик розробки дозволяє забезпечити швидку роботу інтерфейсу навіть за умов нестабільного зв'язку. Система також дозволяє автоматизувати моніторинг цілей притулку, що допомагає волонтерам бачити реальний прогрес у знаходженні домівок для тварин та оптимізувати свою діяльність.

Дана система розроблена з використанням декларативних методів побудови інтерфейсу для створення адаптивного та сучасного дизайну. Інтерактивні елементи та бізнес-логіка реалізовані за допомогою мов програмування високого рівня, що забезпечують динамічну поведінку додатку. Використання технологій контейнеризації гарантує стабільність розгортання серверних модулів аналізу даних незалежно від середовища виконання.

Основний функціонал даної системи поділений між різними типами користувачів системи. Як зображено на рис. 1, система має 3 типи:

- Користувач (User) - основний суб’єкт, що здійснює пошук тварини. Має доступ до інтерактивного перегляду анкет («свайпів»), налаштування фільтрів пошуку, керування власним профілем та ведення діалогів із кураторами після виникнення «метчу».
- Власник тварини / Волонтер / Притулок (Pet Owner) - відповідальна особа, що забезпечує наповнення бази даних. Актор здійснює повний менеджмент анкет підопічних (створення, редагування), моніторинг статистичних показників популярності профілів та комунікацію з потенційними власниками.
- Адміністратор (Admin) - технічний спеціаліст, що відповідає за безпеку та модерацію. Виконує перевірку контенту, верифікацію нових волонтерських організацій та здійснює загальний контроль за технічним станом і цілісністю бази даних.

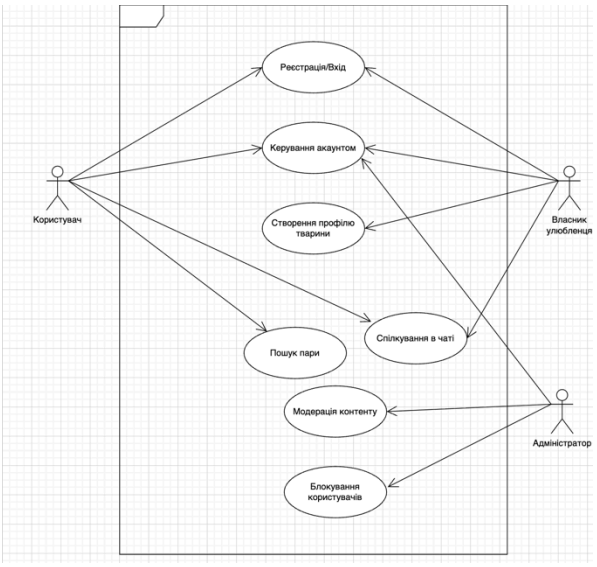


Рис. 1 Діаграма прецедентів

Отже, спеціалізований додаток для власників тварин є багатофункціональним цифровим інструментом, що поєднує сучасний мобільний інтерфейс із засобами аналітики та візуалізації для автоматизації процесів технологічного впровадження та покращення екосистеми захисту тварин в умовах воєнного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Expo Documentation: Building cross-platform apps [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.expo.dev/
2. Supabase Documentation: Open Source Firebase alternative [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supabase.com/docs
3. Docker Documentation: Empowering App Development for Developers [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.docker.com/

УДК 004.912:004.65:004.42

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ВІДГУКІВ З ІНТЕРАКТИВНОЮ СИСТЕМОЮ РЕЙТИНГІВ ДЛЯ КІНОГЛЯДАЧІВ

Савош О.І., науковий керівник Науринський Ю.В.

Актуальність дослідження. У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства відбувається інтенсивне накопичення користувацького контенту, зокрема текстових відгуків, які формують важливе інформаційне середовище для оцінювання якості продуктів і послуг. У сфері кіноіндустрії відгуки користувачів виступають одним із ключових факторів впливу на формування рейтингів, популярність фільмів та прийняття рішень потенційними глядачами. Водночас більшість існуючих систем орієнтована переважно на зберігання відгуків і не забезпечує достатнього рівня їх аналітичної обробки, що ускладнює отримання узагальненої та об'єктивної оцінки контенту. З огляду на розвиток методів обробки природної мови та сучасних веб-технологій виникає необхідність створення інформаційних систем, здатних інтегрувати функції збору, аналізу текстових даних і формування інтерактивних рейтингів із урахуванням змістового наповнення відгуків [5], а також забезпечувати зручну взаємодію користувача з сервісом [1–3].

Метою дослідження є розробка інформаційної системи аналізу користувацьких відгуків із реалізацією інтерактивного механізму формування рейтингів для кіноглядачів, об'єктом дослідження виступають процеси збору, обробки та аналізу текстових відгуків у веб-орієнтованих інформаційних системах, а досягнення поставленої мети передбачає проєктування структури бази даних, розробку архітектури програмного забезпечення, створення користувацького інтерфейсу, а також реалізацію механізмів додавання, обробки та аналізу відгуків, формування рейтингових оцінок і модерації контенту.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи використано методи аналізу та синтезу для визначення функціональних вимог до системи, а також методи моделювання для побудови її архітектури. Для обробки текстових відгуків застосовано підходи обробки природної мови, зокрема спрощений словниковий метод визначення тональності, який дозволяє класифікувати повідомлення за емоційним забарвленням. Реалізація програмного забезпечення здійснена з використанням сучасних веб-технологій, де клієнтська частина побудована на основі HTML, CSS і JavaScript, а зберігання даних організовано відповідно до реляційної моделі [1–4]. Взаємодія компонентів системи забезпечується клієнт-серверною архітектурою, що дозволяє ефективно обробляти запити користувачів та підтримувати цілісність інформації. Структура бази даних сформована у вигляді взаємопов'язаних сутностей, які відображають основні об'єкти предметної області та забезпечують узгодженість даних.

Результати дослідження. У результаті проведеного дослідження розроблено прототип інформаційної системи, який забезпечує реалізацію функціональних можливостей, спрямованих на ефективну взаємодію користувачів із кіноконтентом. Система підтримує перегляд і пошук фільмів за заданими параметрами, відображення їх основних характеристик, включаючи опис, жанрову приналежність і середню оцінку, а також надає можливість додавання користувацьких відгуків і виставлення рейтингових оцінок. Формування інтегрального рейтингу здійснюється автоматично на основі агрегування індивідуальних оцінок користувачів, що забезпечує узагальнене представлення рівня сприйняття фільму аудиторією.

Важливою складовою функціонування системи є модуль аналізу текстових даних, який здійснює класифікацію відгуків за тональністю із використанням словникового підходу. Це дозволяє враховувати не лише числові оцінки, але й змістове наповнення повідомлень, підвищуючи інформативність оцінювання та забезпечуючи формування узагальнених характеристик сприйняття контенту. Водночас у системі реалізовано механізм модерації, спрямований на контроль якості користувацького контенту. Він передбачає попередню перевірку відгуків із подальшим присвоєнням їм відповідного статусу, що мінімізує вплив некоректної або недостовірної інформації та сприяє підвищенню надійності даних і більш об'єктивному формуванню рейтингів.

На рис. 1 представлено інтерфейс сторінки фільму, який демонструє можливості взаємодії користувача із системою.

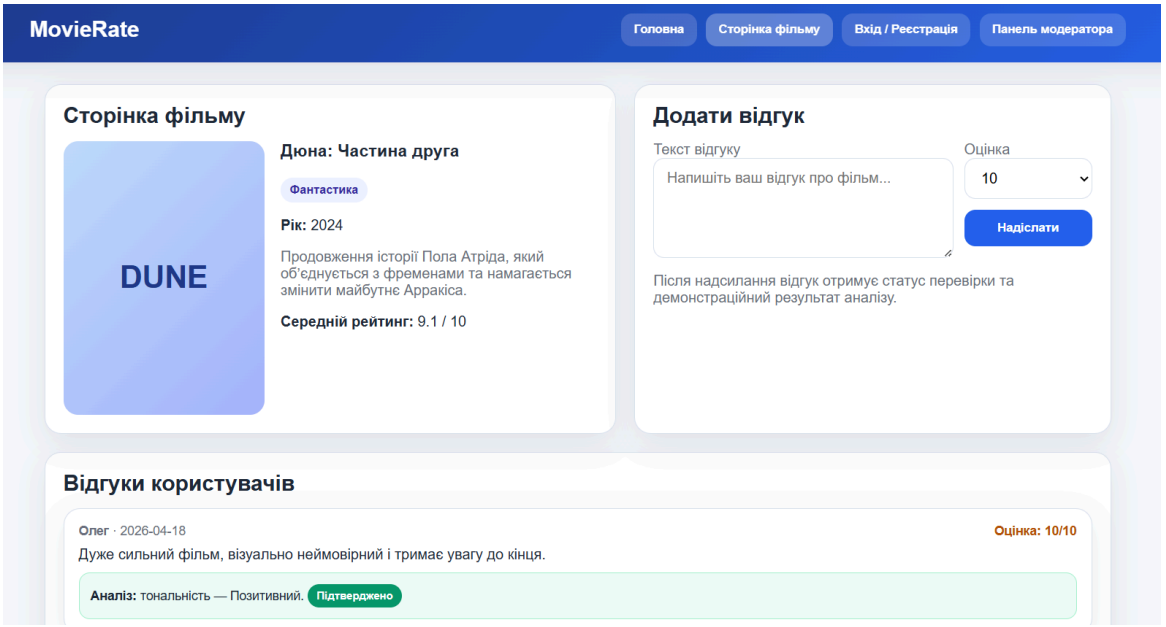


Рис. 1 Інтерфейс сторінки фільму

Представлений інтерфейс відображає структуру взаємодії користувача із системою та включає основні елементи, необхідні для роботи з контентом, зокрема блоки з інформацією про фільм, агреговані рейтингові показники та перелік відгуків. Інтерфейс передбачає інтерактивні елементи для додавання нових коментарів і оцінок, а також відображає результати аналізу текстових даних, що забезпечує наочність і підвищує ефективність сприйняття інформації користувачем.

Висновки. У результаті дослідження розроблено інформаційну систему для збору, зберігання та аналізу користувацьких відгуків, що забезпечує автоматизацію обробки текстових даних і формування інтерактивних рейтингів, підвищуючи об'єктивність оцінювання кіно-контенту. Отримані результати підтверджують доцільність поєднання аналізу тексту з механізмами рейтингування, а практичне значення роботи полягає у можливості використання системи як основи для сучасних сервісів аналізу користувацької думки з можливістю подальшого розвитку методів обробки природної мови та інтеграції із зовнішніми ресурсами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mozilla Developer Network. JavaScript Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript
2. HTML Living Standard [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://html.spec.whatwg.org
3. CSS Specification [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.w3.org/Style/CSS
4. PostgreSQL Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs
5. Jurafsky D., Martin J. Speech and Language Processing (3rd Edition Draft) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/

УДК 004.4:004.75:004.62:631.5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ

Спєлов С.С., науковий керівник Науринський Ю.В.

Сучасне тепличне господарство потребує постійного контролю параметрів мікроклімату, оскільки температура, вологість повітря, вологість ґрунту, освітленість та тиск безпосередньо впливають на ріст рослин, урожайність і ефективність використання ресурсів [1]. Традиційний ручний контроль таких показників є трудомістким, не забезпечує оперативного реагування на зміну умов середовища та не дозволяє накопичувати достатній обсяг історичних даних для подальшого аналізу [2]. У зв'язку з цим актуальною є розробка інтелектуальної системи, що поєднує засоби автоматизованого збору даних, веб-інтерфейс моніторингу, аналітичну обробку та дистанційне керування поливом.

Метою роботи є розробка інтелектуальної системи моніторингу параметрів мікроклімату теплиць, яка забезпечує централізований збір даних із фізичних датчиків, збереження їх у базі даних, відображення у веб-інтерфейсі, виконання аналітичної обробки та реалізацію автоматизованого і ручного поливу. Особливістю розробки є орієнтація не лише на візуалізацію поточних значень, а й на створення цілісної системи підтримки прийняття рішень для користувача.

Розроблена система реалізована за клієнт-серверною архітектурою та включає кілька взаємопов'язаних рівнів. Клієнтська частина побудована як веб-застосунок і забезпечує доступ користувача до основних функцій системи: перегляду поточних сенсорних показників, графіків змін параметрів, сторінки керування поливом, аналітики, прогнозування, сповіщень, налаштувань. Для реалізації інтерфейсу використано React і TypeScript, що дозволило побудувати компонентну структуру застосунку, реалізувати маршрутизацію, глобальний стан і зручну візуалізацію даних. Для відображення історичних змін показників застосовано бібліотеку побудови графіків, що дало змогу подати дані у вигляді наочних часових рядів.

Серверна частина реалізована на базі FastAPI. Вона відповідає за приймання запитів від клієнта та від фізичного пристрою, валідацію сенсорних даних, обробку логіки поливу, формування сповіщень, виконання аналітичних операцій і взаємодію з базою даних [3]. Для зберігання інформації використовується PostgreSQL, у якій виділено таблиці для користувачів, теплиць, керованих пристроїв, сенсорних показників, налаштувань поливу, журналів поливу, команд пристроям, сповіщень, налаштувань сповіщень і журналу аудиту [4]. Така структура дозволяє підтримувати цілісність даних, забезпечує масштабованість і створює основу для подальшого розширення функціоналу.

Частиною системи є фізичний рівень на базі ESP32. Мікроконтролер підключений до датчиків температури, вологості, освітленості, тиску та вологості ґрунту, а також до насоса системи поливу. Програмна логіка ESP32 забезпечує зчитування значень, підключення до мережі, надсилання даних на сервер через HTTP API, отримання конфігурації та команд на запуск або зупинку поливу [5]. Таким чином, система поєднує програмну й апаратну складові в єдиному інформаційному контурі.

Інтелектуальний характер системи полягає в тому, що зібрані сенсорні дані не лише зберігаються, а й використовуються для аналітики та підтримки прийняття рішень. У системі реалізовано агрегацію показників за різні часові проміжки, підготовку даних до візуального аналізу, кластеризацію режимів роботи та прогнозування майбутніх значень окремих параметрів [2]. Це дає змогу не просто спостерігати поточний стан теплиці, а й оцінювати тенденції, виявляти аномалії та планувати дії щодо підтримання оптимального мікроклімату.

Практична цінність розробки полягає в тому, що система може бути використана як основа для централізованого моніторингу та керування теплицями в малих і середніх господарствах. Користувач отримує можливість у режимі реального часу контролювати стан середовища, переглядати історію показників, запускати полив вручну або використовувати автоматичний режим через веб-інтерфейс. Серверне розгортання системи забезпечує централізоване зберігання даних, віддалений доступ до функцій моніторингу та можливість подальшого масштабування.

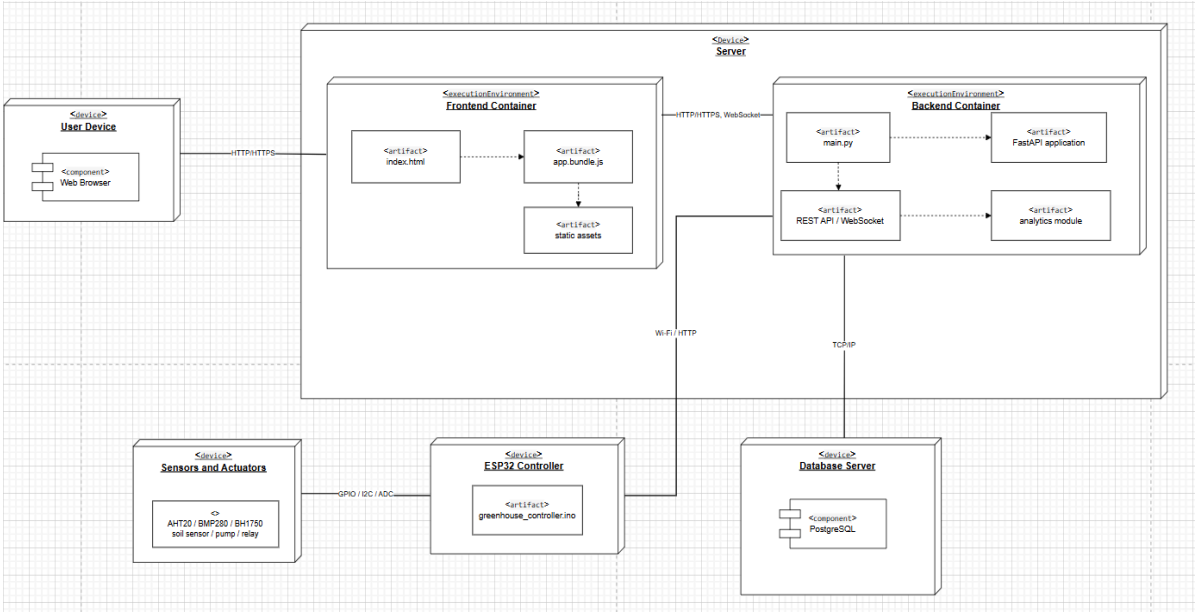


Рис. 1 Діаграма розгортання

У результаті розробки створено повнофункціональну інтелектуальну систему моніторингу параметрів мікроклімату теплиць, яка об'єднує веб-інтерфейс, серверну логіку, базу даних і фізичний пристрій ESP32. Система забезпечує автоматизований збір і збереження сенсорних даних, підтримує дистанційне керування поливом, надає засоби візуалізації та аналітики і може бути адаптована до потреб реального тепличного господарства.

Наукова новизна роботи полягає у розробці інтегрованої архітектури інтелектуальної системи моніторингу мікроклімату теплиць із поєднанням IoT, веб-технологій та методів аналізу даних. Подальший розвиток проєкту може бути пов'язаний із розширенням набору датчиків, удосконаленням алгоритмів прогнозування та впровадженням розширених сценаріїв автоматизації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sethi, V. P. (2025). Greenhouse Smart Agriculture. 109–159. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1201/9781003481126-4
2. Şahın D. Ö. Implementation of Different Machine Learning Projects Using Scikit-learn and TensorFlow Frameworks // Advances in Machine Learning Applications. – IGI Global, 2024. – P. 19–51. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1062-5.ch002
3. FastAPI Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fastapi.tiangolo.com/
4. PostgreSQL Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/
5. ESP32 Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/

УДК 004.42

ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

Казанецький В.О., науковий керівник Смолій В.М.

Мета. Метою розробки програмного додатку є створення практичного інструменту для автоматизації базових процесів проєктування електронних компонентів та схем, спрямованого на підвищення продуктивності роботи. Основні завдання включають: спрощення процесу розробки електронних схем шляхом надання інструментів створення шаблонів стандартних компонентів та їх використання для проектування; підвищення точності проєктування за рахунок автоматичного малювання та редагування компонентів на схемах; забезпечення графічного інтерфейсу, який дозволяє користувачам створювати та редагувати електронні схеми; оптимізація часових витрат на проєктування шляхом автоматизації рутинних операцій; налагодження можливості експорту схем для подальшого використання.

Об’єкт і предмет дослідження. Об’єктом дослідження є процеси проєктування електронних схем та компонентів. Предметом дослідження виступають практичні методи та програмні інструменти, які дозволяють автоматизувати найбільш трудомісткі операції при розробці електронних пристроїв.

До предмета відносяться: методи організації компонентної бази даних; способи реалізації користувацького інтерфейсу для роботи з графічними схемами; технології експорту.

Актуальність. Проєктування електронних пристроїв залишається однією з найбільш трудомістких і відповідальних операцій у сучасній технічній практиці. Традиційні методи розробки електронних схем потребують значних часових витрат: розробник повинен вручну вибирати компоненти, креслити схему. Ці процеси часто виконуються послідовно, що приводить до затягування циклу розробки та збільшення кількості помилок на ранніх етапах.

Розроблення доступного програмного застосунку, орієнтованого на спрощення та прискорення проєктування, дозволить залучити більшу кількість осіб до роботи з електронними схемами та сприяти розвитку у сфері електроніки. Практична цінність такого інструменту визначається його спроможністю скоротити часові витрати на розробку схем, зменшити кількість проектних помилок.

Реалізація системи. електрична схема - це схема, на якій за допомогою умовних познак і зображень показано електричні складові частини виробу і зв’язки між ними[1]. Виходячи з цього, відомо, що для реалізації системи необхідно передбачити такі основні функції: створення умовних позначень для використання їх у проектуванні, створення зв'язків між компонентами, маніпуляції компонентами на схемі, підписування елементів. Для збереження прогресу проектування потрібно реалізувати збереження створених елементів проектування та умовних позначень. Щоб поділитися результатами своєї роботи, треба створити систему експорту проекту у зображення.

На основі цих задач було створено програмний застосунок, який розділено на дві підпрограми. Перша частина займається створенням умовних позначень за допомогою базових фігур (рис. 1).

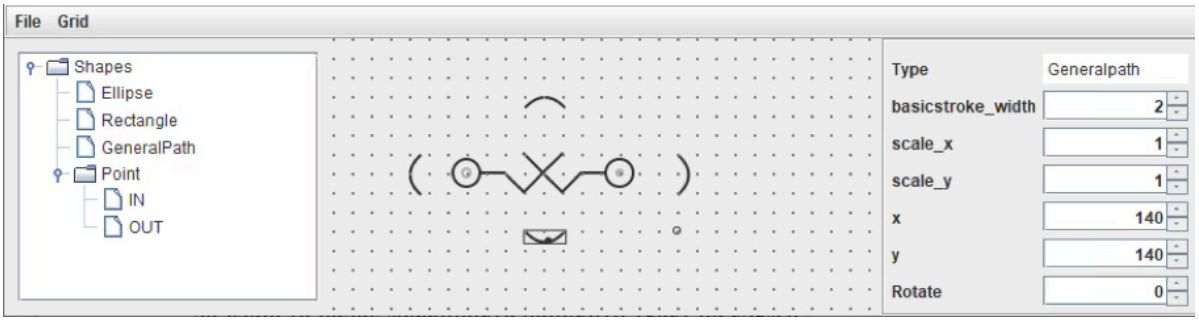


Рис. 1 Система проектування умовних позначень

Друга використове’ умовні позначення для проектування, створення зв’язків та надає можливість наносити текст на схему (рис. 2).

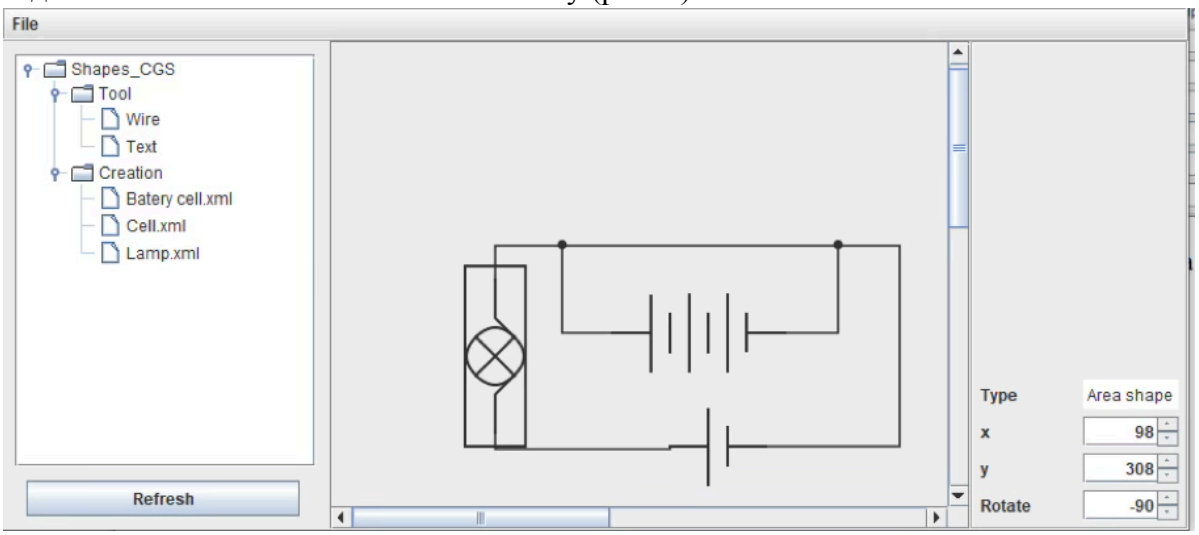


Рис. 2 Система проєктування електронних компонентів

Висновки. Розробка застосунку для автоматизації проєктування електронних схем є актуальною через значні часові витрати та ризик помилок у традиційних методах. Інструмент має спростити створення та редагування схем, автоматизувати рутинні операції й підвищити точність. Об’єктом є процес проєктування схем, предметом - методи та програмні засоби його оптимізації. Практична цінність полягає у скороченні часу розробки та зменшенні кількості помилок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
2. Electronic Circuit Diagram Components Symbols Electronic Circuit Symbols Icon Image Basic Stock Illustration. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://ecircuitdiagrams.blogspot.com/2024/12/electronic-circuit-diagram-components.html (дата звернення: 23.04.2026).

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДТРИМКИ СОЦІАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ГЕОЛОКАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ

Конєвєга З.С., науковий керівник Ніколаєнко Д.В.

Зі збільшенням доступності цифрових технологій серед побутових споживачів - зменшуються частка міжособистісного спілкування у сімейному, дружньому та більш широкому соціальному середовищі. Кількість інформації, яка знаходиться та споживається у соціальних мережах є найбільшою загрозою, а саме через це у користувачів формується технологічний стрес, знижується комунікабельність та збільшується частка часу пасивного використання мереж для розваг та відмежування від реального спілкування. Саме порушення цього питання спонукало до розробки інформаційної системи - збільшення міжособистісного спілкування задля зменшення тривоги, стресу та відчуття відчуженості.

У роботі розроблюється система за клієнто-серверною моделлю. Доступ до системи для користувача - це мобільний застосунок на базі операційної системи Android. Система реалізується мовою Kotlin, мовою розмітки XML для побудови графічного інтерфейсу, Google Maps API для взаємодії з мапами, об’єктно-реляційна база даних PostgreSQL, веб-сервер PostgREST для взаємодії PostgreSQL через веб-протоколи.

Цінність системи полягає у створенні активності для взаємодії користувачів поза межами соціальних мереж. Активність - це точка на карті, де зазначена інформація про подію, на яку може записатись користувач та особисто прийти до зазначеного місця. Створення активності проходить два етапи перевірки. Перший з них - це програмна, яка перевіряє введені дані на наявність помилки, наприклад, дата попереднім числом. Другий етап перевірки - це верифікація у адміністратора. Адміністратор - це працівник системи, який переглядає заявки на створення активності від організатора.

У роботі архітектура системи будується шляхом декомпозиції на окремі взаємозамінні модулі. Система реалізується з виділенням базового модуля, який містить спільну бізнес-логіку мовою Kotlin, та спеціалізованих модулів, що відповідають за окремі екрани з графічним інтерфейсом на XML. Робота з геолокацією та Google Maps API винесена в окремий навігаційний модуль, тоді як взаємодія з об’єктно-реляційною базою даних PostgreSQL через веб-сервер PostgREST ізольована у модулі доступу до даних.

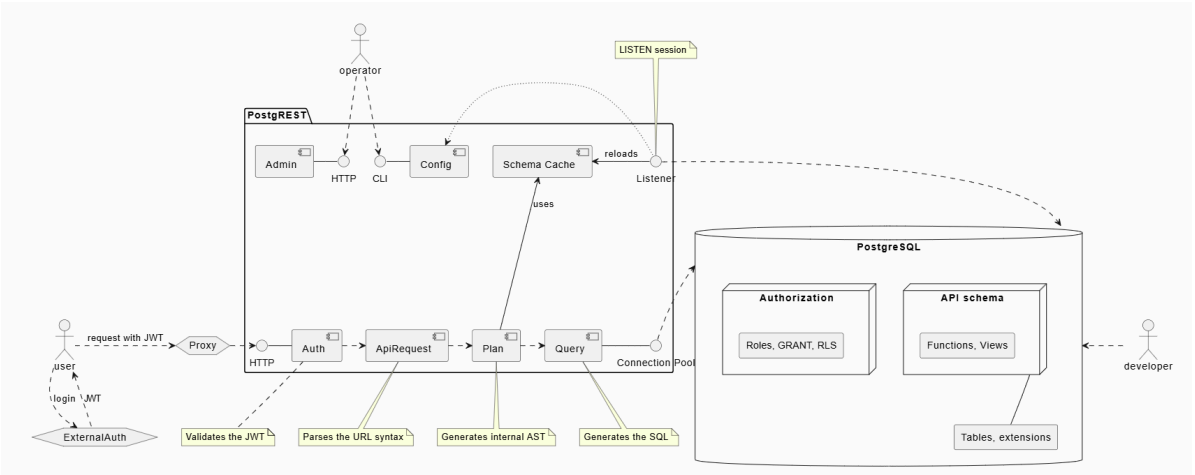


Рис. 1 Архітектура PostgREST

У роботі процес управління активностями реалізується за чітко регламентованим життєвим циклом. Ініціатором події виступає хост - користувач застосунку, який формує заявку, зазначаючи такі атрибути активності, а саме тематична категорія (спорт,

культура, настільні ігри тощо), детальний опис, час проведення, ліміт учасників та точні координати на карті. Доступ до створення та відображення активностей забезпечується через взаємодію мобільного клієнта з веб-сервером PostgREST, який фіксує дані у базі PostgreSQL. Лише після успішного проходження дворівневої перевірки валідації введених даних на рівні логіки програми та мануальної верифікації адміністратором активність змінює статус на «Опубліковано» і з'являється на екранах інших користувачів.

Невід'ємною складовою інформаційної системи, що забезпечує залучення аудиторії, є підсистема пошуку та відображення активностей. З точки зору користувача, головним екраном взаємодії виступає інтерактивна карта. Вона дозволяє здійснювати пошук за радіусом віддаленості від поточної геолокації, заданим часовим діапазоном та конкретними тематичними категоріями.

Після ознайомлення з детальним описом події та перевірки наявності вільних місць (відповідно до ліміту учасників), користувач ініціює запит на участь. Залежно від налаштувань, обраних хостом під час створення події, система може автоматично схвалювати заявки або переводити їх у статус очікування для ручного підтвердження організатором. Такий підхід додає додатковий рівень контролю за складом учасників та підвищує загальний рівень безпеки й комфорту майбутньої офлайн-зустрічі. Лише після підтвердження участі користувач отримує доступ до точних координат проведення заходу та відповідного комунікаційного модуля.

Для забезпечення ефективної комунікації між учасниками та хостом після успішної реєстрації на подію, у системі передбачено модуль внутрішнього чату. Цей інструмент є критично важливим для координації дій як на етапі підготовки, так і безпосередньо під час самої зустрічі. Чат дозволяє учасникам уточнювати деталі геолокації, попереджати про можливі запізнення або обговорювати організаційні питання, залишаючись у безпечному середовищі застосунку та не переходячи у сторонні месенджери. Архітектурно повідомлення прив’язуються до ідентифікатора конкретної активності та обробляються через PostgREST, зберігаючись у відповідних таблицях PostgreSQL. Доступ до чату є обмеженим і надається виключно авторизованим учасникам конкретної події, що гарантує приватність спілкування.

Після завершення активності її життєвий цикл переходить до етапу зворотного зв'язку, який відіграє ключову роль у підтримці якості та безпеки платформи. Цей етап реалізується через систему оцінок, текстових коментарів та формування глобального рейтингу. Кожен учасник зустрічі отримує можливість оцінити подію за заданою шкалою, відображаючи рівень задоволеності організацією та відповідністю реальної події заявленому опису.

Окрім кількісної оцінки, функціонал системи дозволяє залишати розгорнуті коментарі. Це дає змогу користувачам поділитися власним досвідом міжособистісної взаємодії, відзначити позитивні моменти або вказати на недоліки.

Підсумовуючи вищезазначене, розроблена інформаційна система є комплексним програмним рішенням, спрямованим на подолання негативних наслідків надмірного споживання цифрового контенту. Система успішно реалізує свою головну місію - трансформує пасивний час, проведений у соціальних мережах, в активну міжособистісну взаємодію. Впровадження та використання розробленого застосунку сприятиме зниженню рівня технологічного стресу, подоланню відчуття соціальної відчуженості та відновленню природних комунікативних навичок користувачів, що повністю відповідає початковій меті даної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гудімова А. Х. ПОВЕДІНКОВІ ПАТЕРНИ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЯК УМОВА ЇХ ПСИХОЛОГІЧНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ : дис. … д-ра психол. наук : 053.05 / ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ. Одеса, 2021. 248 с.
2. Nelson J., Chavez S. PostgREST Documentation. PostgREST. URL:https://docs.postgrest.org/en/v14/ (дата звернення: 18.04.2026).
3. About. Postgresql.org. URL: https://www.postgresql.org/about/ (дата звернення: 18.04.2026).

УДК 004.42

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ

Косінова В.О., науковий керівник Міловідов Ю.О.

Актуальність дослідження. У сучасному цифровому середовищі облік є важливою складовою діяльності малого бізнесу, оскільки дозволяє спростити управління та автоматизувати ключові процеси. Працівникам важливо, щоб усі операції виконувалися в межах єдиної системи, що значно пришвидшує роботу та дозволяє економити час. Особливо актуальним є створення багатоцільового програмного забезпечення, яке може використовуватися працівниками різних підрозділів підприємства. У зв'язку з цим було розроблено програмний продукт «Агрогруп», що забезпечує можливість одночасної роботи менеджерів і працівників складу в єдиному інформаційному середовищі.

Мета дослідження. Розробка програмного забезпечення для обліку бізнес-процесів на прикладі складу рослин і квітів із підтримкою таких функцій:

1. авторизація користувачів;
2. створення та обробка замовлень;
3. ведення клієнтської бази;
4. облік надходження товарів;
5. формування звітності щодо товарів і продажів.

Завдання дослідження включають:

- проєктування реляційної бази даних;
- реалізація серверної частини із використанням фреймворку Django;
- створення адміністративної та користувацької частин інтерфейсу;
- забезпечення обліку товарів, замовлень і клієнтів;
- реалізація формування звітів;
- забезпечення захисту та резервного копіювання даних.

Методи дослідження. Розроблена CRM-система зі складським обліком для розсадника рослин реалізована як веб-додаток із використанням фреймворку Django. Архітектура побудована за принципом розділення на рівні моделі, представлення та обробки запитів. Інтерфейс користувача створено за допомогою HTML, CSS та шаблонів Django з використанням Bootstrap, що забезпечує зручність і адаптивність. Для зберігання даних використовується PostgreSQL, а взаємодія з базою даних реалізована через Django ORM, що спрощує роботу з даними. Система включає основні сутності: клієнти, товари (рослини), склад, замовлення та позиції замовлення, які забезпечують повний цикл обліку та продажів. Авторизація користувачів реалізована за допомогою вбудованої системи Django Authentication System.Таким чином, обрана архітектура забезпечує ефективну роботу системи, зручність використання та можливість подальшого розширення функціоналу.

Результат дослідження. Розроблено повнофунціональний прототип системи, що дозволяє здійснювати вхід/вихід, додавання товару на склад, додавання нових клієнтів та замовлень, створення звітів. Для менеджера додано функціонал:

- додавання клієнтів;
- створення замовлень;
- редагувати стан замовлення

Для працівника складу:

- додавання нових рослин
- розміщення за секціями
- формування звітів
- перегляд залишків товару на складі

На рис 1. Зображено інтерфейс модуля замовлення із клієнтами, станом замовленням та додаванням нового замовлення

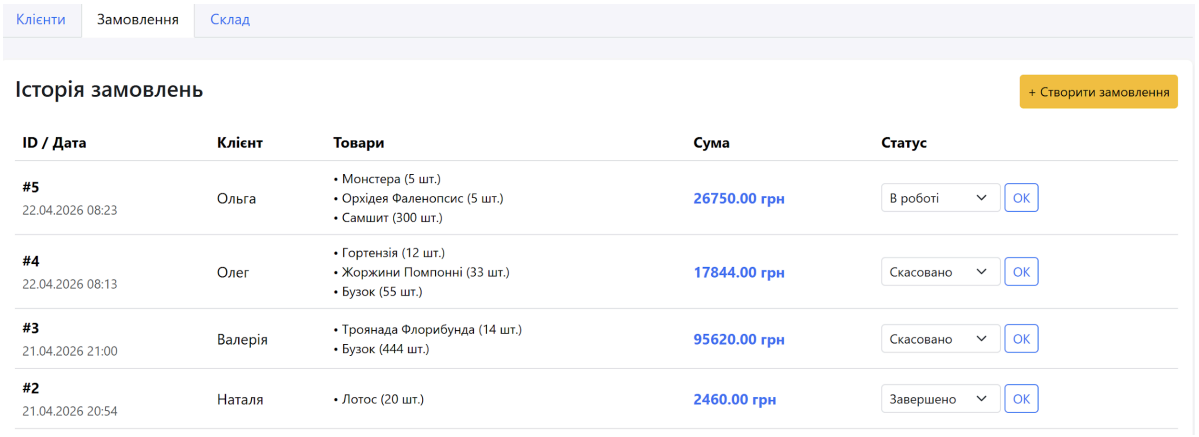


Рис.1 Інтерфейс модуля замовлення

Висновки. Система «Агрогруп» підтвердила доцільність використання сучасних вебтехнологій у сфері бізнесу. Вона забезпечує безпечний доступ до функціоналу, автоматизує роботу менеджера та працівника складу, полегшує управління даними та дозволяє отримувати актуальні дані та статистику для прийняття бізнес-рішень. У майбутньому можливе створення іншого наповнення для даного програмного забезпечення, оскільки фунціонал є широкого профілю для різних сфер бізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Django Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/
2. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/
3. Bootstrap Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://getbootstrap.com/docs/
4. Django ORM Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/en/stable/topics/db/
5. Django Authentication System Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/en/stable/topics/auth/

УДК 004.42

ПРОЄКТУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ВЕБПЛАТФОРМИ З ІНТЕГРОВАНИМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ КОМУНІКАЦІЙНИМ ЯДРОМ

Кондратенко В. Д., науковий керівник: Кириченко В.В.

Інтенсифікація цифрової трансформації освітнього середовища зумовлює необхідність перегляду архітектурних підходів до побудови інформаційних систем управління навчальним процесом. Аналіз існуючих LMS засвідчує їх обмежену ефективність в умовах асинхронної комунікації, що проявляється у зростанні когнітивного навантаження та низькій адаптивності до динамічних змін контенту. У зв'язку з цим актуалізується розробка спеціалізованих платформ, орієнтованих на оптимізацію інформаційних потоків і автоматизацію обробки запитів із застосуванням методів штучного інтелекту. У роботі запропоновано архітектуру веб-платформи на основі модульного моноліту з інтегрованим інтелектуальним комунікаційним ядром.

Формалізація фізичної топології системи здійснена за допомогою UML-діаграми розгортання, яка дозволяє експлікувати структуру середовищ виконання, локалізацію програмних артефактів та протоколи міжкомпонентної взаємодії. Декомпозиція архітектури на вузли розгортання забезпечує можливість ідентифікації критичних точок навантаження, визначення каналів передачі даних та оптимізації конфігурації обчислювальних ресурсів.

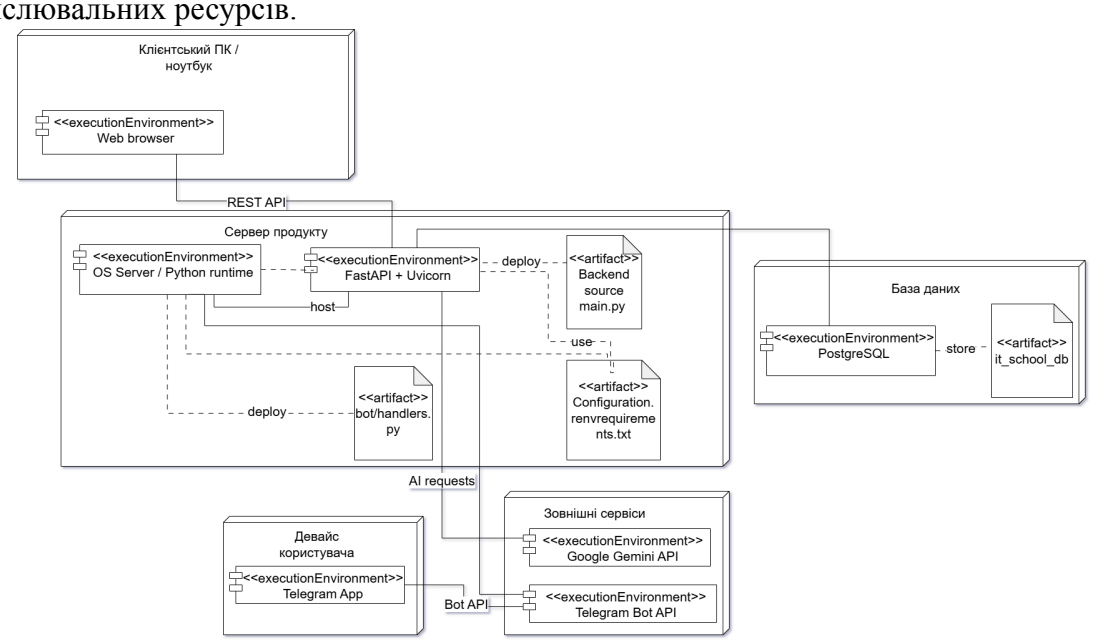


Рис. 1 UML-діаграма розгортання веб-платформи управління навчальним процесом

Клієнтський контур системи репрезентований тонким клієнтом, реалізованим у вигляді веб-браузера, а також мобільним середовищем виконання месенджера. Така організація відповідає концепції Thin Client і дозволяє делегувати обчислювально-інтенсивні операції серверному рівню, мінімізуючи апаратні вимоги до кінцевих пристроїв.

Серверний рівень функціонує у середовищі Python із використанням асинхронного мікрофреймворку FastAPI. Застосування асинхронної моделі обробки запитів забезпечує неблокуючий характер виконання операцій обміну даних, що є критично важливим при інтеграції із зовнішніми API з непередбачуваною латентністю. Бізнес-логіка інкапсульована у модульних компонентах backend-рівня, що реалізують механізми автентифікації, авторизації, управління навчальними сутностями та інтелектуальної маршрутизації запитів.

Персистентний рівень реалізовано на базі реляційної СУБД PostgreSQL, яка забезпечує дотримання властивостей і гарантує транзакційну узгодженість даних. Використання нормалізованої схеми даних дозволяє елімінувати аномалії оновлення та забезпечити цілісність інформаційних доменів, що є критичною вимогою для систем, орієнтованих на облік навчальної діяльності.

Інтеграція зовнішніх сервісів реалізована через використання API месенджер-платформи та Google Gemini API. Месенджер-бот виступає як подієво-орієнтований інтерфейс взаємодії з користувачем, тоді як інтелектуальний модуль, інтегрований через API великої мовної моделі, здійснює семантичну класифікацію запитів і визначає оптимальну траєкторію їх обробки. Застосування механізму Webhook забезпечує реактивну модель комунікації, що дозволяє мінімізувати затримки та зменшити обчислювальні витрати.

Технологічний стек системи включає мову програмування Python, фреймворк FastAPI, сервер Uvicorn, СУБД PostgreSQL, а також клієнтські технології HTML, CSS та JavaScript. Для забезпечення безпеки використано JWT-аутентифікацію, що реалізує stateless-парадигму, та рольову модель доступу, яка забезпечує детерміноване розмежування прав користувачів.

Архітектурна модель передбачає використання асинхронних фонових задач для обробки ресурсоємних операцій, зокрема викликів зовнішніх AI-сервісів. Такий підхід дозволяє уникнути блокування основного циклу обробки подій та забезпечити високу доступність системи в умовах пікового навантаження.

Узагальнюючи результати дослідження, можна констатувати, що запропонована архітектура веб-платформи забезпечує підвищення ефективності інформаційно-комунікаційної взаємодії, оптимізацію обробки запитів та зниження когнітивного навантаження на користувачів. Інтеграція алгоритмів штучного інтелекту формує передумови для створення адаптивних навчальних систем нового покоління, здатних до самонавчання та динамічної еволюції функціоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шпарик О.М. Цифрова трансформація освіти в Україні в умовах війни [Електронний ресурс] // Education: Modern Discourses. – 2023.
2. Хоменко Л.В. Цифрова трансформація освітнього середовища засобами візуальної колаборації [Електронний ресурс] // ScienceRise: Pedagogical Education. – 2024.
3. Топузов О.М., Головко М.В., Твердохліб І.І. та ін.
   Цифрова трансформація освіти: виклики і перспективи [Електронний ресурс] : монографія. – Київ : Ін-т педагогіки НАПН України, 2025.
4. Kölemen C.Ş. Digital transformation in education: multidimensional effects of artificial intelligence supported learning management systems [Електронний ресурс] // Participatory Educational Research. – 2024.
5. Molinari A. Evolution of LMS design and implementation in the age of artificial intelligence [Електронний ресурс] // CEUR Workshop Proceedings. – 2024.

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМ

Філоненко І. О., науковий керівник Міловідов Ю. О.

Сучасні інформаційні системи все активніше використовують методи комп’ютерного зору для автоматизації прикладних задач, які раніше потребували безпосередньої участі людини. Однією з таких задач є ідентифікація об’єктів за зображенням. Її практичне значення полягає у можливості застосування в системах самообслуговування, робототехніці, моніторингових системах, логістиці та інших програмно-апаратних комплексах, де необхідно швидко визначати об’єкт за візуальними даними. Актуальність теми зумовлена потребою у створенні програмного забезпечення, здатного автоматично аналізувати зображення, визначати об’єкт і надавати результат у зручному для користувача вигляді.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для ідентифікації об’єктів за зображенням, яке забезпечує отримання вхідного зображення, його попередню обробку, запуск процедури розпізнавання та відображення результату користувачу. Практична реалізація орієнтована на використання в системах самообслуговування, зокрема в інтелектуальних касових рішеннях, де автоматичне визначення товару за зображенням дає змогу спростити взаємодію користувача із системою та зменшити кількість ручних операцій.

Розроблене програмне забезпечення побудоване за клієнт-серверною архітектурою. Клієнтська частина реалізована у вигляді web-інтерфейсу, який дає змогу завантажувати зображення, використовувати вебкамеру, запускати процедуру розпізнавання та переглядати отриманий результат. У поточній реалізації підтримуються два режими роботи: аналіз окремого зображення та live-розпізнавання з вебкамери. Серверна частина приймає зображення, виконує його декодування, аналізує візуальні ознаки об’єкта та формує прогноз із оцінкою впевненості. Результат обробки повертається клієнтській частині у форматі JSON для подальшого відображення в інтерфейсі.

Інтелектуальна складова розробки полягає у використанні засобів комп’ютерного зору для автоматичної ідентифікації об’єкта за його візуальними характеристиками. У межах системи реалізовано аналіз зображення, зіставлення візуальних ознак і формування прогнозу щодо належності об’єкта до певного класу. Додатковою перевагою є підтримка режиму live-розпізнавання, у якому система періодично захоплює кадри з відеопотоку та виконує їх автоматичний аналіз у реальному часі. Це розширює можливості використання програмного забезпечення та наближує його до умов практичної експлуатації.

Практична цінність розробленого рішення полягає в можливості його використання як основи для прикладних систем ідентифікації об’єктів за зображенням. Запропонований підхід дає змогу підвищити швидкість обробки візуальних даних, зменшити навантаження на оператора та забезпечити основу для подальшого розвитку інтелектуальних функцій. Розроблене програмне забезпечення може бути адаптоване до різних сценаріїв використання, де потрібно поєднати аналіз зображень, web-інтерфейс і серверну обробку даних.

У результаті виконання роботи створено програмне забезпечення для ідентифікації об’єктів за зображенням, яке поєднує клієнтську частину, серверний модуль розпізнавання та засоби розгортання сервісів. Система забезпечує роботу із зображеннями, підтримує використання вебкамери, виконує процедуру розпізнавання та відображає результат у зручному інтерфейсі. Подальший розвиток проєкту може бути пов’язаний із підвищенням точності ідентифікації, розширенням набору

підтримуваних об’єктів, збереженням історії результатів і вдосконаленням алгоритмів обробки зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://szeliski.org/Book/
2. OpenCV Documentation. Feature Matching [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.opencv.org/4.x/dc/dc3/tutorial_py_matcher.html
3. OpenCV Documentation. Features2D + Homography to find a known object [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.opencv.org/4.x/d7/dff/tutorial_feature_homography.html
4. FastAPI Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fastapi.tiangolo.com/

УДК 004.02

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ ЗУСТРІЧАМИ

Свириденко Т.А., науковий керівник Недьошев М.В.

Актуальність теми. Координація групових зустрічей за участю великої кількості учасників із різними графіками є складним і трудомістким завданням. Використання месенджерів та електронної пошти для узгодження часу призводить до складностей під час комкнікації. Спостерігається дефіцит інструментів, які поєднують автоматизований пошук оптимального часу для групи з можливостями управління тематичними спільнотами.

Об'єкт дослідження. Процес планування та координації групових зустрічей і заходів.

Предмет дослідження. Методи та програмні засоби для автоматизованого узгодження розкладів і управління спільнотами у веб-середовищі.

Мета дослідження. Розробка веб-застосунку для планування та керування груповими зустрічами, що поєднує автоматизоване узгодження розкладів із засобами управління спільнотами.

Завдання дослідження:

- проаналізувати предметну область та сформулювати вимоги до системи;
- спроектувати архітектуру системи та структуру бази даних;
- реалізувати мінімально життєздатний продукт (MVP);
- розгорнути застосунок у виробничому середовищі.

Виклад основного матеріалу. Предметну область змодельовано засобами UML. Діаграма прецедентів (рис. 1) визначає двох основних акторів — «Член групи» та «Організатор». Організатор може створювати й редагувати групи, керувати членами, створювати, редагувати та скасовувати події. Член групи здійснює пошук подій, переглядає деталі та записується на участь.

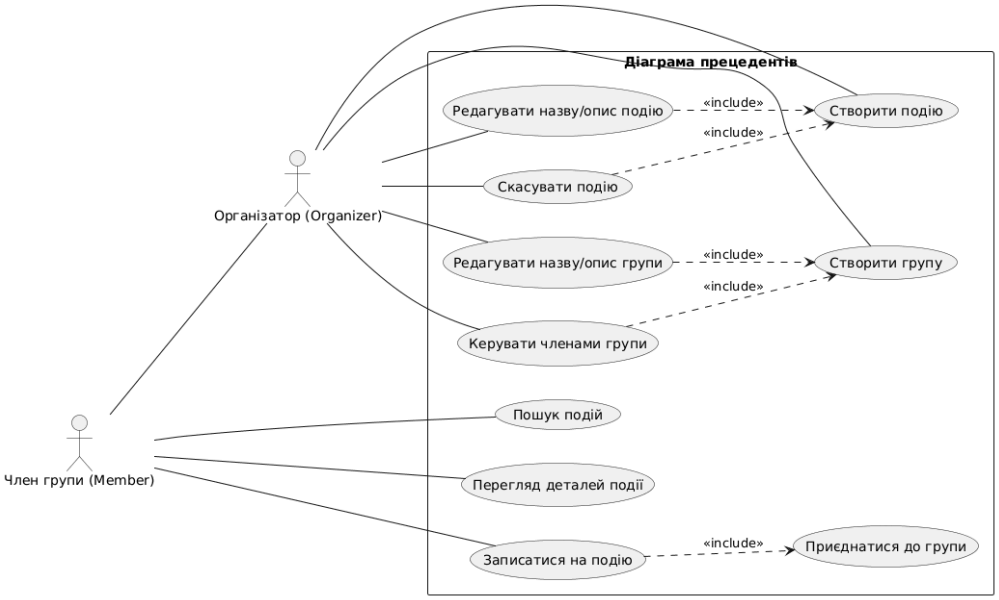


Рис. 1 Діаграма прецедентів веб-застосунку

Реляційна база даних побудована на PostgreSQL і охоплює сім сутностей: users (з підтримкою OAuth 2.0), groups, group_members, events, polls, poll_options, poll_votes. Система ролей і дозволів забезпечує гнучке розмежування прав учасників груп. Складений первинний ключ у таблиці poll_votes унеможливлює повторне голосування. Структуру нормалізовано до третьої нормальної форми.

Для реалізації обрано стек: PHP-фреймворк Laravel (серверна логіка), Inertia.js (інтеграційний шар), React (клієнтський інтерфейс). Такий підхід дозволяє зберегти єдину кодову базу без побудови окремого REST API. Застосунок розгорнуто на VPS під управлінням Ubuntu з використанням Nginx та Cloudflare (DNS і SSL).

У рамках MVP реалізовано: автентифікацію через email та Google OAuth, систему онбордингу,цикл управління групами та подіями, обробку заявок на вступ, підтвердження участі учасниками та систему IN-APP сповіщень.

Розроблена система онбордингу (рис. 2) вимагає від нового користувача обрати щонайменше три теги, які найкраще описують його захоплення, для подальшої персоналізації профілю. Своєю чергою, форма управління подією (рис. 3) забезпечує членам групи зручний інтерфейс для реєстрації на захід, підтвердження своєї участі та перегляду актуального списку інших учасників, які вже долучилися до події.

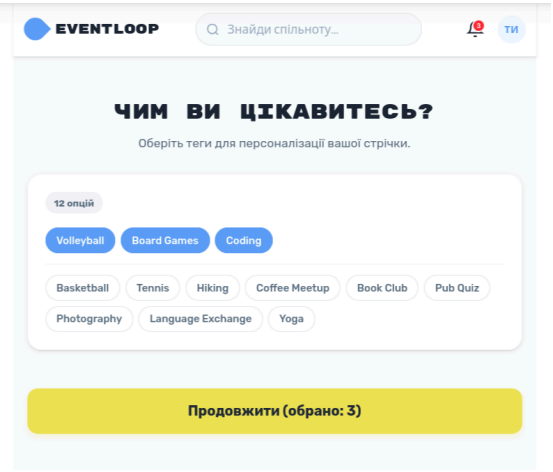


Рис. 2 Система онбордингу

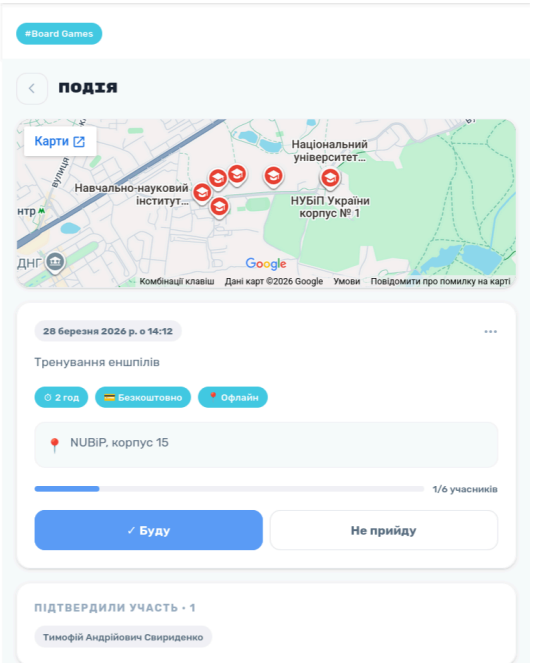


Рис. 3 Форма управління подією

Висновки. Розроблений веб-застосунок EventLoop автоматизує процеси узгодження розкладів і надає організаторам та учасникам єдину платформу для створення спільнот і проведення заходів. Успішне розгортання у виробничому середовищі підтверджує практичну цінність розробки. Перспективами розвитку є вдосконалення алгоритму визначення оптимального часу на основі голосувань та розширення інтеграцій із зовнішніми календарями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Документація Laravel: [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: https://laravel.com/doc
2. Документація React: [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://react.dev
3. Документація Inertia.js: [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://inertiajs.com
4. Документація PostgreSQL: [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://www.postgresql.org/doc

УДК 004.04

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДСИСТЕМИ АНАЛІЗУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ "ДЕКАНАТ"

Ковалінський О.В., науковий керівник Шевченко Д.В., асистент консультант Голуб Б.Л. к.т.н., доцент.

Актуальність. У межах автоматизованої системи «Деканат» підсистема аналізу забезпечує перетворення оперативних даних навчального процесу на управлінську інформацію. Розділ статистики є ключовим інструментом для моніторингу успішності студентів, динаміки академічної заборгованості, контингенту та навантаження кафедр.

Мета підсистеми. Підвищити обґрунтованість рішень деканату за рахунок автоматизованого збору, агрегації, візуалізації та інтерпретації статистичних показників.

Основні завдання розділу статистики:

1. централізований збір даних з модулів обліку студентів, дисциплін, сесій та наказів;
2. обчислення ключових показників за факультетами, спеціальностями, курсами, групами;
3. формування аналітичних зрізів за періодами (семестр, навчальний рік, довільний інтервал);
4. виявлення ризикових категорій студентів (низький рейтинг, пропуски, борги);
5. генерація регламентованої звітності для адміністрації та акредитаційних процедур.

Функціональні можливості:

- **Статистичні панелі (dashboard):** середній бал, відсоток складання, частка боржників.
- **Порівняльний аналіз:** між групами, спеціальностями.
- **Експорт результатів:** формати для подальшої обробки та офіційного подання (PDF/Excel/CSV).

Інформаційне забезпечення. Джерелом є реляційна база даних АС «Деканат», що містить довідники, транзакційні записи успішності та організаційні дані. Для розділу статистики реалізовано механізми валідації та узгодження даних між модулями.

Принципи реалізації програмного забезпечення:

1. продуктивність обробки великих вибірок за рахунок попередньої агрегації та оптимізованих запитів;
2. дотримання вимог інформаційної безпеки та захисту персональних даних.

Очікувані результати впровадження:

- скорочення часу підготовки аналітичних звітів;
- зменшення частки помилок ручного підрахунку;
- підвищення оперативності реагування на академічні ризики;
- уніфікація підходів до контролю якості освітнього процесу;
- покращення прозорості управлінських рішень на рівні факультету та університету.

У межах підсистеми аналізу АС «Деканат» реалізовано практичні інструменти, що підтверджують прикладний результат розробки.

Персональна картка студента. Реалізовано модуль персональної картки здобувача, який забезпечує централізований перегляд академічної та організаційної інформації щодо конкретного студента: ідентифікаційні дані, відомості про успішність та інші пов’язані записи (рис.1).

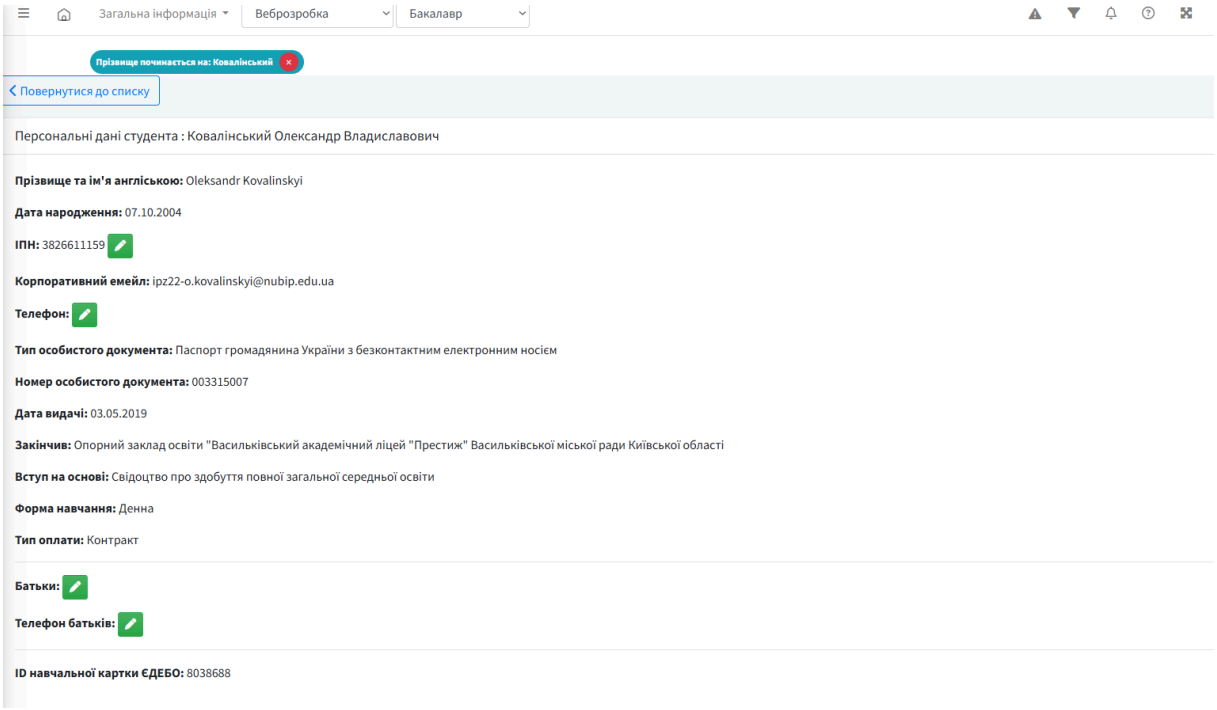


Рис. 1 Персональна картка студента

Картка використовується як оперативний інтерфейс для деканату під час перевірки індивідуальної освітньої траєкторії здобувача, формування службових документів та аналізу академічних ризиків на рівні конкретної особи.

Висновок. Розділ статистики підсистеми аналізу АС «Деканат» є інструментом підтримки управлінських рішень, який переводить дані навчального процесу у вимірювані показники ефективності. Його застосування забезпечує системний контроль якості навчання, своєчасне виявлення проблем та підвищення загальної керованості освітнього процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Laravel Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://laravel.com/docs
2. MySQL Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dev.mysql.com/doc/
3. Bootstrap Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://getbootstrap.com/docs/

УДК 004.04

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ТРАНЗАКЦІЙ І РОЗРАХУНКІВ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙНУ

Некрашевський М.А., науковий керівник Степанов О.В.

Сучасні платіжні системи здебільшого покладаються на централізованих посередників — банки та клірингові установи — що призводить до затримок при розрахунках, додаткових комісій та потенційних точок відмови. Технологія блокчейн пропонує альтернативний підхід: децентралізований реєстр транзакцій, що забезпечує незмінність, прозорість та безпеку операцій без залучення третіх сторін. Метою представленої роботи є проектування та реалізація програмного забезпечення платіжної системи на основі блокчейну для клірингу (проведення розрахунків) транзакцій між учасниками мережі.

Система складається з двох основних застосунків: вузла блокчейну та гаманця користувача. Обидва компоненти реалізовані на платформі ASP.NET Core (C#) та взаємодіють між собою за допомогою двох протоколів: gRPC — для виконання операцій зі зміною стану (надсилання транзакцій, отримання блоків, синхронізація ланцюжка), та ASP.NET Core SignalR — для отримання сповіщень у режимі реального часу при появі нових блоків у мережі.

Ключовою сутністю системи є транзакція, що містить: хеш-ідентифікатор (обчислюється хешуванням даних транзакції), Unix-мітку часу, адреси відправника та отримувача (відповідають їхнім публічним ключам), суму переказу та комісію. До включення до блоку транзакції накопичуються у пулі транзакцій (Transaction Pool) — тимчасовому сховищі, яке реалізує інтерфейс ITransactionPool з операціями додавання, отримання всіх очікуючих транзакцій та перевірки наявності транзакції за хешем.

Блок є основною одиницею зберігання даних і являє собою набір підтверджених транзакцій. Заголовок блоку (BlockHeader) включає: версію, хеш попереднього блоку (забезпечує зв'язок у ланцюжку), корінь дерева Меркла, Unix-мітку часу створення, рівень складності та адресу валідатора. Хеш блоку обчислюється за алгоритмом SHA-256 на основі даних заголовку та є унікальним цифровим відбитком блоку.

Для досягнення консенсусу в системі застосовано механізм Proof of Stake (PoS): учасники мережі розміщують (стейкають) монети, і серед них обирається валідатор нового блоку через інтерфейс IStake. Валідатор, що створив блок, отримує винагороду у вигляді накопичених комісій за транзакції через спеціальну Coinbase-транзакцію — особливий тип транзакції, що завжди розміщується першою у блоці.

Безпека системи ґрунтується на асиметричній криптографії з парами ключів: публічний ключ використовується як адреса учасника і може вільно поширюватися, приватний ключ зберігається виключно власником. Кожна транзакція підписується цифровим підписом на стороні клієнта (гаманця), після чого підпис верифікується вузлом блокчейну через gRPC-метод AddTransactionToPool. Гаманець реалізує інтерфейс IWallet та надає функції: створення та відновлення облікового запису (на основі секретного числа), перевірки балансу, отримання історії транзакцій, підписання та надсилання транзакцій. Адреса облікового запису обчислюється з публічного ключа за допомогою хеш-функції.

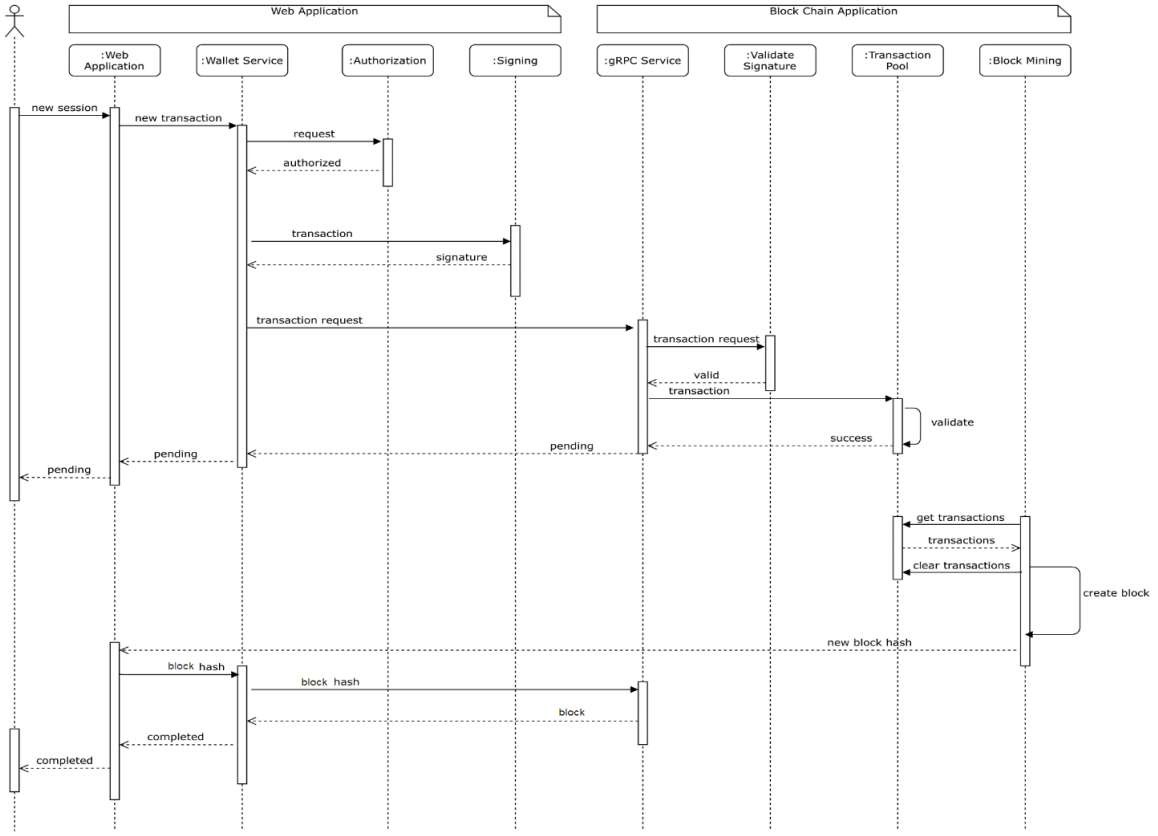


Рис. 1 Діаграма послідовності виконання транзакції в системі

Розроблена система демонструє практичну реалізацію основних принципів технології блокчейн у контексті платіжних розрахунків: незмінність даних завдяки ланцюжку хешів, прозорість операцій, захист від підробки через криптографічні підписи та децентралізацію верифікації. Застосування gRPC для комунікації між вузлами та SignalR для сповіщень у реальному часі забезпечує ефективну та масштабовану архітектуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Merkle Tree [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Merkle_tree (дата звернення: 20.04.2024).
2. Public-key cryptography [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Public-key_cryptography (дата звернення: 20.04.2024).
3. ASP.NET Core SignalR .NET Client [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.microsoft.com/aspnet/core/signalr/dotnet-client (дата звернення: 21.04.2024).
4. gRPC Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу:https:/grpc.io/docs/ (дата звернення: 21.04.2024).

УДК 004.42

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПОШУКУ МАРШРУТІВ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ «TRANSIT MIND»

Ковальчук І.Р., науковий керівник Кириченко В.В.

Вступ. В умовах сучасного ритму життя та постійного розвитку транспортної інфраструктури, створення зручних та надійних веб-систем для побудови маршрутів і відстеження переміщень у реальному часі є надзвичайно актуальним завданням. Існуючі рішення часто потребують оптимізації з точки зору синхронізації даних між багатьма користувачами, стабільності з'єднання та кешування маршрутів. З огляду на це, метою роботи є дослідження, проєктування та розробка архітектури програмного забезпечення для платформи «Transit Mind», яка забезпечує побудову оптимальних маршрутів та Live-відстеження користувачів. Об’єктом дослідження виступає процес автоматизації пошуку маршрутів та моніторингу переміщення учасників сесії , а предметом дослідження є архітектура програмних компонентів та алгоритми маршрутизації у веб-застосунку.

Основна частина. В ході виконання дипломного проєкту було розроблено компонентну архітектуру застосунку «Transit Mind», яка базується на сучасних веб-технологіях. Frontend-частина реалізована за допомогою бібліотеки React (SPA-архітектура) та включає 7 основних сторінок: головну, сторінку авторизації, вибір міст, сесію з Live-трекінгом, профіль користувача, публічні подорожі та адміністративну панель. Найскладнішим компонентом користувацького інтерфейсу є інтерактивна карта (Map.jsx), яка забезпечує відображення маршрутів та маркерів користувачів. Для забезпечення безперебійної роботи на стороні клієнта застосовано React ErrorBoundary, що відловлює всі помилки відображення.

Backend-архітектура побудована на базі платформи Node.js з використанням фреймворку Express.js. Для забезпечення взаємодії компонентів реалізовано REST API сервіси (комунікація через api.js) та WebSocket-з'єднання (через Socket.IO) для багатокористувацької синхронізації в режимі реального часу. WebSocket відповідає за трансляцію оновлень локації (кожні 2 секунди), функціонування чату та обробку подій приєднання чи виходу користувачів.

Ключовою особливістю розробленої системи є використання алгоритму Дейкстри для обчислення найкоротшого шляху, розрахунку контрольних точок (waypoints), а також загальної дистанції та часу. Додатково інтегровано сервіс OSRM (Open Source Routing Machine) через Backend-проксі, що вирішує проблеми з CORS. Для оптимізації роботи з OSRM реалізовано in-memory кешування з 24-годинним TTL (Time To Live), а також механізм fallback - побудову прямої лінії у разі недоступності API.

Система відстеження у реальному часі (Live Tracking) на етапі MVP використовує клієнтську лінійну інтерполяцію для симуляції руху, забезпечуючи плавність відображення маркерів на карті (otherUserPositions) без використання реального GPS-сигналу. Важливою деталлю архітектури є реалізація єдиного джерела істини (Single Source of Truth): компонент сесії отримує дані виключно від API.

Для забезпечення безпеки та захисту даних застосовується аутентифікація на основі JWT-токенів (з терміном дії 7 днів), рольовий доступ (користувач, адміністратор) та хешування паролів за допомогою алгоритму bcrypt.



Рис. 1 Діаграма взаємодії компонентів програмного забезпечення «Transit Mind»

Висновки. Отже, розроблена архітектура компонентів та технічна специфікація системи «Transit Mind» дозволила створити стабільний, масштабований програмний продукт. Інтеграція алгоритмів маршрутизації (Dijkstra, OSRM) в поєднанні з WebSocket (Socket.IO) забезпечує високу швидкість відгуку, надійну синхронізацію даних користувачів у реальному часі та стійкість системи до відмов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. React Documentation. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://react.dev/
2. Socket.IO Documentation. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://socket.io/docs/v4/

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ УЧНІВ

Долобашко Д. О., науковий керівник Бородкіна І. Л.

У сучасних умовах цифрової трансформації освітньої сфери особливої актуальності набуває впровадження інформаційних систем, що забезпечують автоматизацію процесів управління навчальною діяльністю. Одним із ключових аспектів освітнього процесу є контроль та аналіз успішності учнів, що потребує ефективних інструментів збору, обробки та зберігання даних.

Традиційні підходи до обліку навчальних досягнень, які базуються на використанні паперових журналів або окремих електронних таблиць, мають ряд суттєвих недоліків. Зокрема, вони не забезпечують для учнів, батьків та керівників освітнього процесу зручного доступу до інформації, ускладнюють процес її обробки та не дозволяють оперативно отримувати аналітичні результати. Це, у свою чергу, негативно впливає на ефективність управління освітнім процесом.

Постановка задачі дослідження полягає у розробці інформаційної системи, яка дозволить автоматизувати процеси збору, зберігання, обробки та аналізу даних про навчальні досягнення учнів, забезпечуючи зручний доступ до інформації для різних категорій користувачів.

Метою бакалаврської роботи є розробка веборієнтованої системи моніторингу успішності учнів, яка забезпечує ефективну взаємодію між учителями, учнями, батьками та керівництвом закладу освіти, а також надає можливості для аналітичної обробки даних.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі задачі:

- проведено аналіз предметної області та існуючих інформаційних систем;
- виконано проєктування структури інформаційної системи;
- розроблено модель бази даних;
- реалізовано серверну частину системи;
- створено клієнтський інтерфейс користувача;
- впроваджено механізми авторизації та розмежування доступу;
- реалізовано інструменти аналітики успішності учнів.

Система реалізована на основі клієнт-серверної архітектури. Серверна частина побудована з використанням технології ASP.NET Core Web API, що забезпечує обробку HTTP-запитів, виконання бізнес-логіки та взаємодію з базою даних. Такий підхід дозволяє створити масштабоване та гнучке програмне рішення.

Для зберігання даних використовується система управління базами даних Microsoft SQL Server 2022, яка забезпечує надійність, цілісність та ефективну обробку великих обсягів інформації. Взаємодія з базою даних реалізована за допомогою Entity Framework Core, що спрощує розробку та супровід програмного забезпечення.

Клієнтська частина системи розроблена з використанням сучасних вебтехнологій, зокрема бібліотеки React та мови програмування TypeScript. Це дозволило створити інтерактивний, адаптивний та зручний інтерфейс користувача, доступний з різних пристроїв.

У системі реалізовано рольову модель доступу, яка передбачає такі ролі: учень, батько/мати, учитель та керівник. Для кожної ролі визначено окремий функціонал та рівень доступу до інформації. Це забезпечує безпеку даних та зручність роботи користувачів.

Основні функціональні можливості системи включають:

- ведення обліку учнів, класів та навчальних предметів;
- внесення та редагування оцінок;
- перегляд результатів навчання;

- формування звітів;
- аналіз динаміки успішності;
- доступ до інформації залежно від ролі користувача.

Особливу увагу приділено розробці аналітичного модуля системи. Він дозволяє визначати середній бал учнів за певний період, порівнювати результати між різними семестрами та виявляти тенденції у навчанні. Це дає можливість своєчасно реагувати на зниження успішності та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Також у системі реалізовано механізм виявлення погіршення результатів навчання, що базується на порівнянні середнього балу за поточний період із попереднім. Це дозволяє автоматично ідентифікувати учнів, які потребують додаткової уваги.

Результати проведеного дослідження показують, що впровадження подібних інформаційних систем сприяє підвищенню якості освітнього процесу, покращенню контролю за навчальними досягненнями учнів та оптимізації роботи педагогічного персоналу.

Таким чином, розроблена веборієнтована система моніторингу успішності учнів є актуальним та ефективним інструментом автоматизації освітнього процесу та може бути впроваджена у закладах загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Microsoft. [Електронний ресурс]: «ASP.NET Core Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/aspnet/core (дата звернення: 24.04.2026).
2. Microsoft. [Електронний ресурс]: «SQL Server Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/sql/sql-server (дата звернення: 24.04.2026).
3. Microsoft. [Електронний ресурс]: «Entity Framework Core Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/ef/core (дата звернення: 24.04.2026).
4. React. [Електронний ресурс]: «React Documentation». Режим доступу: https://react.dev (дата звернення: 24.04.2026).
5. Vite. [Електронний ресурс]: «Vite Documentation». Режим доступу: https://vitejs.dev/guide/ (дата звернення: 24.04.2026).

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ АПАРТАМЕНТІВ У ГОТЕЛІ

Проценко Д.В., науковий керівник Голуб Б.Л.

У сучасних умовах розвиток готельного бізнесу нерозривно пов’язаний із впровадженням цифрових технологій. Традиційні методи управління, засновані на паперових журналах або розрізнених електронних таблицях, стають неефективними через високий ризик виникнення помилок: втрати даних про клієнтів, дублювання записів та виникнення ситуацій подвійного бронювання. Створення інтегрованої інформаційної системи дозволяє централізувати управління номерним фондом, автоматизувати контроль доступності місць та значно прискорити операційну роботу персоналу. Актуальність розробки настільної системи зумовлена необхідністю забезпечення стабільної роботи готелю в локальній мережі без обов’язкового постійного доступу до мережі Інтернет, що гарантує надійність збереження персональних даних та безперебійність сервісу.

Метою роботи є проєктування та розробка архітектури настільної інформаційної системи, яка забезпечить повний цикл автоматизації взаємодії між клієнтами та персоналом готелю в єдиному цифровому середовищі. Об’єктом дослідження є процеси операційної діяльності персоналу готелю, пов’язані з наданням послуг тимчасового проживання, обліком номерного фонду та фінансовою взаємодією з гостями. Предметом дослідження є методи, моделі та інструментальні засоби проєктування інформаційної системи для автоматизації процесів обліку номерів, реєстрації заїздів-виїздів та формування аналітичної звітності.

Практична цінність системи полягає в тому, що вона звільняє персонал від рутинної «паперової» роботи. В умовах реального готелю, коли на стойці реєстрації одночасно з’являється кілька гостей, на вагу кожна секунда. Програма побудована так, щоб адміністратор міг оформити заїзд у кілька кликів, не відволікаючись на складні налаштування. Для власника ж це перехід від інтуїтивного керування до управління на основі цифр: замість того, щоб наприкінці місяця вручну рахувати прибутки, він отримує готові графіки, які наочно показують, які номери приносять гроші, а які - простоюють.

Вибір технологічного стека базується на необхідності створення надійного та продуктивного продукту. Використання мови програмування C# у поєднанні з платформою .NET забезпечує стабільну роботу застосунку та надає потужні інструменти для типізації даних, що дозволяє уникнути критичних помилок під час обробки складних фінансових транзакцій. У якості СУБД обрано Microsoft SQL Server, який гарантує виконання принципів ACID. Це є ключовим для забезпечення цілісності даних, запобігання дублюванню записів або конфліктам при заселенні. Для підвищення зручності і привабливості інтерфейсу застосовано бібліотеку MahApps.Metro, яка дозволяє реалізувати сучасний стиль оформлення.

Взаємодія із сервером реалізована через бібліотеку Microsoft.Data.SqlClient. Відмова від ORM-систем на користь низькорівневого підходу дозволяє максимально контролювати продуктивність запитів та ефективно використовувати збережені процедури. Це критично для аналітичного модуля, що реалізує звітність за методом нарахування. Візуалізація результатів виконується за допомогою компонентів LiveCharts та DataGrid, що дозволяє власнику оперативно оцінювати динаміку прибутку та рентабельність номерів. Дизайн системи побудований за принципом модульної структури, де основні робочі області розділені на функціональні зони: навігаційну панель та робочий простір. Основна область реалізована через динамічні сторінки, що дозволяє завантажувати контент без перезавантаження основного вікна. Модуль аналітичної звітності реалізує комплексний підхід до візуалізації ключових

бізнес-показників готелю через синергію інтерактивних графічних трендів та деталізованої табличної статистики.



Рис. 1 Інтерфейс модуля управління номерним фондом

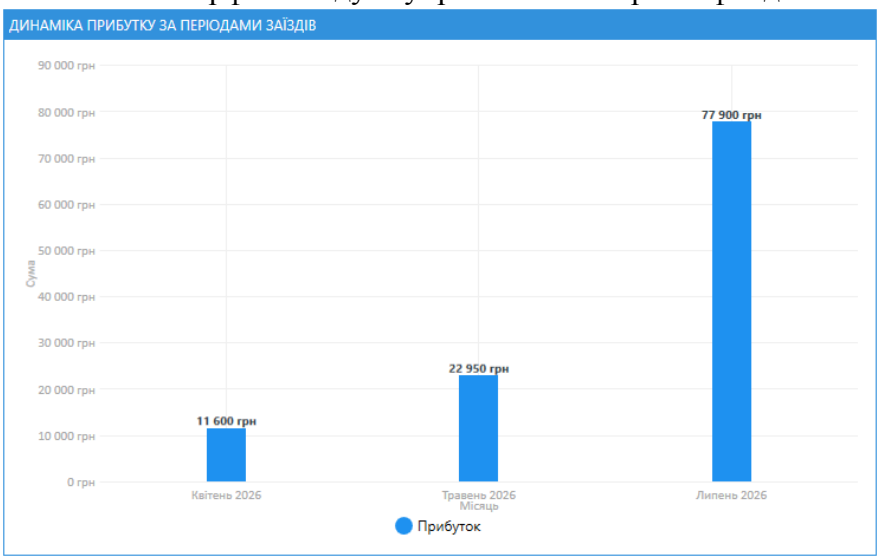


Рис. 2 Модуль візуалізації динаміки прибутку та рентабельності

Розроблена інформаційна система забезпечує централізацію управління готелем та мінімізує вплив людського фактору. Впровадження аналітичного інструментарію на основі SQL-агрегації та графічної візуалізації дозволяє трансформувати оперативні дані у стратегічну інформацію, необхідну для оптимізації економічних показників підприємства. Використання прямого доступу до бази даних забезпечує високу швидкість відгуку інтерфейсу, що важливо для комфортної щоденної роботи персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сукач М., Скопень М. Інформаційні системи і технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі: підручник. Ліра-К, 2017. URL: https://doi.org/10.26884/mks.t1627.
2. Bai Y. Introduction to ADO.NET. SQL Server Database Programming with C#. Boca Raton, 2023. P. 57–103. URL: https://doi.org/10.1201/9781003319832-3.
3. MahApps.Metro — Документація до бібліотеки для WPF [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://mahapps.com/

УДК 004.04

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТРЕЙДЕРА

Авдієвський М.О., науковий керівник Кириченко В.В.

Кількість людей, які беруть участь у торгівлі криптовалютою на біржах, продовжує зростати завдяки розвитку фінтех-технологій. Трейдерами вважаються учасники ринку, які займаються купівлею та продажем фінансових активів з метою отримання прибутку. Торгові операції (Трейдер відкриває або закриває позицію для отримання прибутку) являють собою основу поняття трейдингу.

Дослідження актуальне, оскільки трейдери зазвичай торгують, використовуючи кілька бірж (наприклад, Bybit, MEXC тощо), тому трейдерам важко аналізувати результати своєї торгівлі. Щоб мати змогу підбити загальну статистику, трейдери змушені збирати торгові дані з кількох джерел, що займає багато часу та збільшує ймовірність помилок. Крім того, відсутність єдиного інструменту ускладнює трейдерам аналіз успішності їхніх торгових стратегій, а також заважає точно порівнювати історичні результати торгівлі з поточними.

Метою проекту є створення мобільного додатку, який може взаємодіяти з API криптовалютних бірж, щоб автоматизувати облік і підбиття статистики торговельної діяльності трейдера.

Запропонована система реалізована у вигляді мобільного застосунку **EZstat – Trader's journal**, який дозволяє:

1. автоматично імпортувати історію угод з біржі через REST API;
2. зберігати дані локально з використанням SQLite;
3. аналізувати результати торгівлі (PnL, ROI, відсоток прибуткових угод);
4. вести журнал угод з можливістю додавання коментарів;
5. виконувати швидкі розрахунки за допомогою вбудованого калькулятора позицій.

На мобільних пристроях можна безпосередньо обробляти та збирати дані за допомогою локальної бази даних SQLite. Це дає можливість переглядати та аналізувати журнал торгівлі навіть без підключення до Інтернету, тоді як доступ до API біржі використовується лише для отримання та оновлення даних [1]. Таким чином можна поєднати переваги офлайн-доступу з актуальністю інформації, що є важливим для мобільних додатків.

Таким чином, система автоматично синхронізує свою інформацію з журналом транзакцій під час його відкриття. Файл, що зберігається через API, проходить низку етапів попередньої обробки, які включають нормалізацію структури даних, перевірку на дублювання та перетворення записів у відповідні формати даних. Ця система допомагає вчасно оновлювати журнал торгівлі, а також запобігає створенню дублікатів записів угод.

Розрахунок ключових показників ефективності для оцінки результатів торгівлі є частиною обробки даних, яка включає прибуток і збитки (P&L) та рентабельність інвестицій (ROI). Результати розрахунку представлені у зрозумілому форматі для додаткового аналізу.

Доступ до даних з мобільного пристрою можливий будь-де та будь-коли. Крім того, об'єднання всіх даних з різних бірж в одному додатку робить їх доступнішими та зменшує кількість роботи користувача для аналізу результатів торгівлі. Нарешті, вбудований калькулятор позицій – це інструмент, який допомагає оптимізувати процес торгівлі, щоб користувач міг швидко визначити характеристики позиції перед її відкриттям, адже у процесі торгівлі критично важливо мати можливість швидко приймати рішення.

Унікальний ключ, який використовується для доступу до API біржі, дозволяє отримувати лише авторизовану інформацію користувача. Формат JSON, який є стандартом для сучасних веб-сервісів, забезпечує зручність обробки даних [2].

Зважаючи на те, що в системі присутні як локальне зберігання даних, так і віддалене джерело інформації, діаграма розгортання, яка показує фізичне розташування компонентів системи та шляхи, через які вони взаємодіють, є найбільш прийнятним варіантом для відображення структури системи.

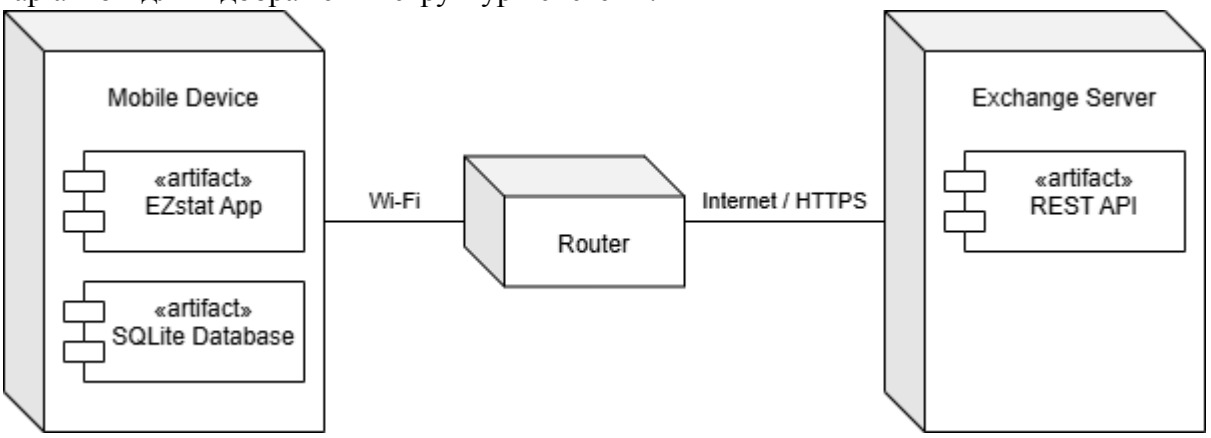


Рис. 1 Діаграма розгортання

На рисунку 1 показано основні частини системи та те, як вони взаємодіють. Мобільний пристрій користувача містить локальну базу даних SQLite і застосунок EZstat. REST API дозволяє з'єднатися з сервером біржі через мережу Інтернет, що дозволяє отримувати дані для обробки та аналізу.

Запропонований метод дозволяє автоматизувати ведення журналу трейдера, що зменшує кількість ручних дій і підвищує ефективність аналізу торговельної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SQLite Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sqlite.org/docs.html
2. Bybit API Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bybit-exchange.github.io/docs/v5/intro

УДК 004.8

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ СЕРВІС ГЕНЕРАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ

Ухін Т.А., науковий керівник: Недьошев М.В.

Актуальність теми. Розробка веб-інтерфейсів є важливою складовою сучасних інформаційних систем, проте вона потребує значних витрат часу та ресурсів через велику кількість повторюваних етапів, таких як проєктування структури сторінки, підбір стилістичних рішень, кольорових схем, типографіки та зображень. Незважаючи на шаблонність багатьох процесів, розробник змушений брати участь у кожному етапі, що уповільнює створення навіть простих інтерфейсів. Існуючі підходи на основі великих мовних моделей частково автоматизують цей процес, однак їх результати часто є узагальненими та недостатньо враховують контекст конкретного завдання. Тому актуальним є створення систем, що поєднують генеративні можливості мовних моделей із семантичним пошуком для підвищення якості та релевантності результатів.

Об’єкт дослідження. Процес автоматизованої генерації веб-інтерфейсів із використанням сучасних інформаційних технологій.

Предмет дослідження. Методи та засоби побудови системи генерації веб-інтерфейсів на основі підходу Retrieval-Augmented Generation, зокрема семантичний пошук у векторних базах даних та генерація HTML/CSS коду за допомогою мовних моделей.

Мета дослідження. Розробка системи генерації веб-інтерфейсів, яка використовує семантичний пошук у базі UI-патернів для отримання точних, структурованих та контекстно узгоджених результатів.

Завдання дослідження.

1. Проаналізувати існуючі підходи до генерації веб-інтерфейсів.
2. Дослідити можливості застосування підходу Retrieval-Augmented Generation.
3. Розробити структуру векторної бази знань для зберігання UI-патернів.
4. Реалізувати механізм семантичного пошуку на основі векторних представлень.
5. Розробити алгоритм формування розширеного промпту для генерації інтерфейсу.
6. Інтегрувати мовну модель для генерації HTML/CSS коду.
7. Створити веб-застосунок для взаємодії з системою.

Виклад основного матеріалу. У роботі представлено систему генерації веб-інтерфейсів на основі підходу Retrieval-Augmented Generation, яка поєднує семантичний пошук у векторній базі знань із генерацією коду за допомогою мовної моделі.

Система включає векторну базу даних PostgreSQL з розширенням pgvector, у якій зберігаються структури сторінок, стилі та зображення у вигляді векторних представлень. Запит користувача перетворюється у вектор та порівнюється з даними бази для визначення найбільш релевантних елементів.

На основі результатів пошуку формується розширений промпт, що містить інформацію про структуру сторінки, UI-елементи, стиль оформлення та параметри зображень. Далі цей промпт передається мовній моделі, яка генерує готовий HTML-документ із вбудованими стилями.

Для взаємодії з користувачем реалізовано веб-застосунок на базі Flask, який забезпечує генерацію інтерфейсів та перегляд результатів.

На рисунку 1 продемонстровано відмінності між веб-інтерфейсами, згенерованими виключно мовною моделлю (LLM) та з використанням підходу Retrieval-Augmented Generation (RAG). У випадку використання лише LLM інтерфейс зазвичай має більш узагальнений та шаблонний вигляд, оскільки модель генерує

результат на основі загальних знань без доступу до конкретного контексту або прикладів.

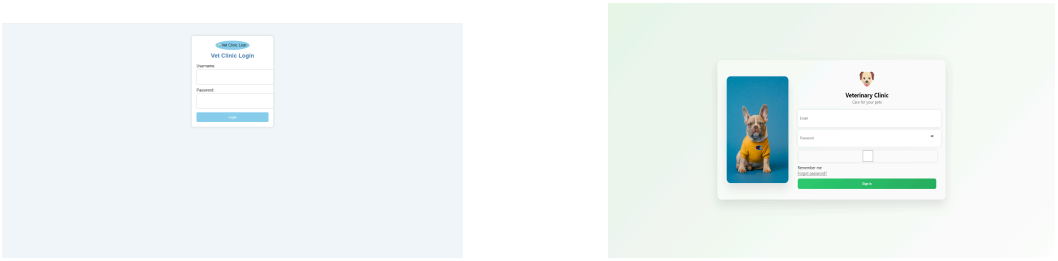


Рис. 1 Веб-інтерфейси

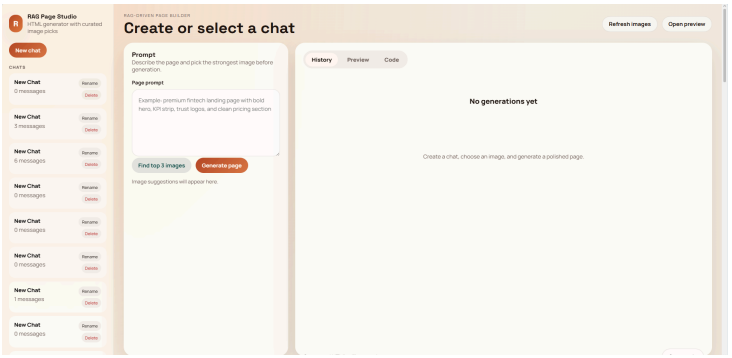


Рис. 2 Розроблений інтерфейс

На рисунку 2 зображено розроблений інтерфейс користувача інтелектуальної системи генерації веб-сторінок. Інтерфейс реалізовано у вигляді сучасного веб-додатку з чіткою структурою та зручною навігацією.

Висновки. Запропонована система забезпечує повний цикл генерації веб-інтерфейсів із використанням семантичного пошуку. Використання RAG значно підвищує якість результатів. Подальші дослідження пов'язані з розширенням бази знань та використанням мультимодальних моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Xu S., Yan Z., Dai C., Wu F. MEGA-RAG: a retrieval-augmented generation framework// *Frontiers in Public Health*, 2025. Режим доступу: https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1635381/full
2. Ding H., Pang L., Wei Z., Shen H., Cheng X. Rowen: Adaptive Retrieval-Augmented Generation for Hallucination Mitigation in LLMs, 2024. Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2402.10612

УДК 004.42:004.78

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РОБОЧОЇ АКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ

Ільченко Ю.О., науковий керівник: доц., д-р філософії Корольчук В.І.

Актуальність теми. У зв'язку з масовим переходом ІТ-компаній та сервісних підприємств на гібридний та віддалений формати роботи, виникає гостра потреба в ефективному управлінні робочим часом. Існуючі рішення часто є надмірно інвазивними (здійснюють мікроменеджмент та запис екранів), що знижує мотивацію, або ж навпаки — є занадто примітивними і не надають менеджменту достатньої аналітики. Тому актуальним є розроблення гнучкої веб-орієнтованої інформаційної системи, яка фокусується на зборі розширеної статистики, візуалізації ключових метрик та автоматизації процесів звітності без порушення комфорту працівників.

Об'єкт дослідження. Процес управління робочим часом, моніторингу активності та оцінки особистої ефективності персоналу підприємства.

Предмет дослідження. Методи, алгоритми та програмні засоби побудови інформаційної системи обліку робочого часу на базі сучасних веб-технологій та систем фонової обробки завдань.

Мета дослідження. Проєктування та програмна реалізація веб-додатка для автоматизованої фіксації робочого часу, збору статистики по працівниках та генерації аналітичних дашбордів.

Завдання дослідження.

1. Проаналізувати бізнес-процеси обліку часу та недоліки існуючих аналогів.
2. Спроєктувати інфологічну модель та розробити реляційну базу даних.
3. Реалізувати серверну логіку системи з розмежуванням прав доступу (робітник, адміністратор, керівник).
4. Налаштувати брокер повідомлень та систему фонових завдань для автоматизації процесів.
5. Розробити клієнтський інтерфейс з інструментами візуалізації аналітичних даних.

Виклад основного матеріалу. У роботі представлено архітектуру та реалізацію веб-орієнтованої інформаційної системи моніторингу активності. Серверна частина побудована на мові Python з використанням фреймворку Django (версія 5.0+), що забезпечує швидку обробку HTTP-запитів та надійний захист даних. Для збереження логів активності та ієрархії користувачів інтегровано СУБД PostgreSQL (на етапі розробки застосовувалась SQLite3).

Система збирає розширену статистику: кількість активних працівників онлайн, загальні трудовитрати на завдання та динаміку активності за день. Клієнтська частина (Frontend) реалізована за допомогою Django Templates, HTML5/CSS3 та фреймворку Bootstrap 5, що робить інтерфейс адаптивним. Динамічна взаємодія (наприклад, оновлення графіків без перезавантаження сторінки) реалізована за допомогою Vanilla JS.

Важливою архітектурною особливістю є винесення ресурсомістких процесів у фонові задачі. За допомогою черги завдань Celery та брокера повідомлень Redis реалізовано планувальник (Celery Beat). Він щоденно у визначений час автоматично агрегує дані з бази, формує статистичні звіти щодо перепрацювань чи запізнень і надсилає їх на електронну пошту керівництва через інтеграцію з Gmail SMTP. Це повністю усуває вплив людського фактора при формуванні звітності.

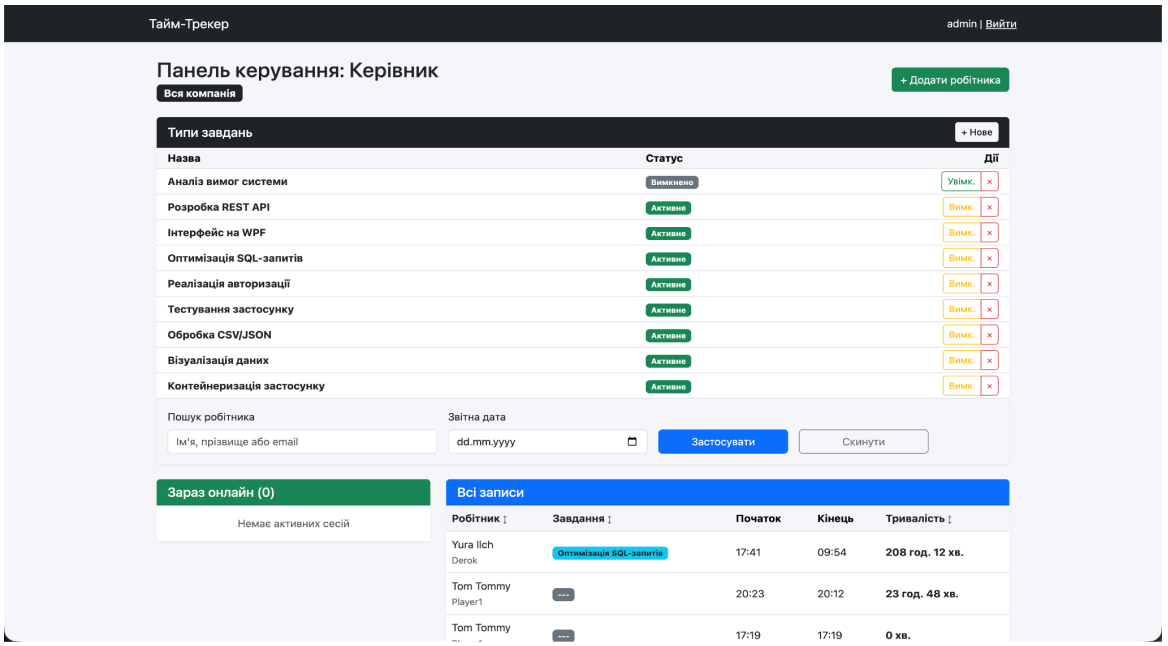


Рис. 1 Головний дашборд статистики

Висновки. Розроблена інформаційна система забезпечує прозорий та ефективний моніторинг робочого часу. Застосування сучасного технологічного стеку (Django, PostgreSQL, Celery) дозволило створити масштабований, швидкий продукт, здатний автоматизувати рутинні процеси звітності. Система готова до впровадження у компаніях, що прагнуть оптимізувати управління віддаленими командами на основі об'єктивної статистики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глазунова О. Г. Розвиток «soft skills» у майбутніх фахівців з інформаційних технологій: методи, засоби, індикатори оцінювання / О. Г. Глазунова, Т. В. Волошина, В. І. Корольчук // Open educational e-environment of modern University. – 2019. – С. 93-106.
2. Django Documentation. The Web framework for perfectionists with deadlines [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/
3. First Steps with Celery. Celery: Distributed Task Queue [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.celeryq.dev/

УДК 004.738.5:004.4

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОДАЖУ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ

Шуляк А.О., науковий керівник Кириченко В.В

Актуальність теми. Тема дипломної роботи «Програмне забезпечення для веборієнтованої системи продажу музичного контенту» є надзвичайно актуальною в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та електронної комерції. Сьогодні більшість користувачів отримують доступ до музики через мережу Інтернет, що зумовлює постійне зростання попиту на сучасні онлайн-сервіси продажу контенту. Розвиток цифрового ринку музичної продукції створює необхідність у створенні зручних, швидких та надійних вебплатформ для купівлі музичних файлів. Особливої актуальності тема набуває у зв'язку зі збільшенням кількості незалежних виконавців і продюсерів, які потребують ефективних каналів реалізації власної творчості.

Розроблення такої системи дозволяє автоматизувати процеси пошуку, вибору, оплати та отримання музичного контенту користувачами. Важливим аспектом є також забезпечення захисту авторських прав, безпеки онлайн-платежів і конфіденційності персональних даних клієнтів. Веборієнтований формат системи забезпечує цілодобовий доступ до сервісу з будь-якого пристрою, що значно підвищує зручність використання. Крім того, впровадження подібного програмного забезпечення сприяє розвитку електронного бізнесу та цифрової економіки загалом.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження дипломної роботи є процеси організації, автоматизації та функціонування веборієнтованих систем продажу музичного контенту, що забезпечують взаємодію між продавцями та кінцевими користувачами в середовищі мережі Інтернет.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є методи, засоби та технології розроблення програмного забезпечення для веборієнтованої системи продажу музичного контенту, а також процеси обробки даних, здійснення онлайн-продажів і забезпечення безпечної роботи системи.

Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення програмного забезпечення для веборієнтованої системи продажу музичного контенту, яке забезпечить зручний пошук, вибір, придбання та отримання цифрової музичної продукції, а також надійність, безпеку й ефективність функціонування сервісу.

Завдання дослідження. Відповідно до поставлених завдань, на даному етапі дослідження було розроблено архітектуру та здійснено практичну реалізацію веборієнтованої системи продажу музичного контенту. Клієнтську частину програмного забезпечення реалізовано на базі сучасного JavaScript-фреймворку React із використанням середовища розробки Vite, що забезпечує високу швидкість завантаження сторінок, компонентний підхід та зручну маршрутизацію. Для реалізації серверної логіки, обробки запитів користувачів і взаємодії з базою даних використано FastAPI на мові програмування Python, що дозволяє створювати продуктивні та масштабовані вебсервіси.

Для збереження інформації про музичний контент, замовлення та інші службові дані застосовано реляційну систему керування базами даних PostgreSQL. Обмін даними між клієнтською та серверною частинами здійснюється за допомогою REST API у форматі JSON, що забезпечує зручну інтеграцію між модулями системи. На рисунку 1 наведено фрагмент розробленого графічного інтерфейсу користувача, який демонструє головну сторінку вебзастосунку з каталогом музичного контенту, елементами навігації та функціоналом взаємодії з користувачем.

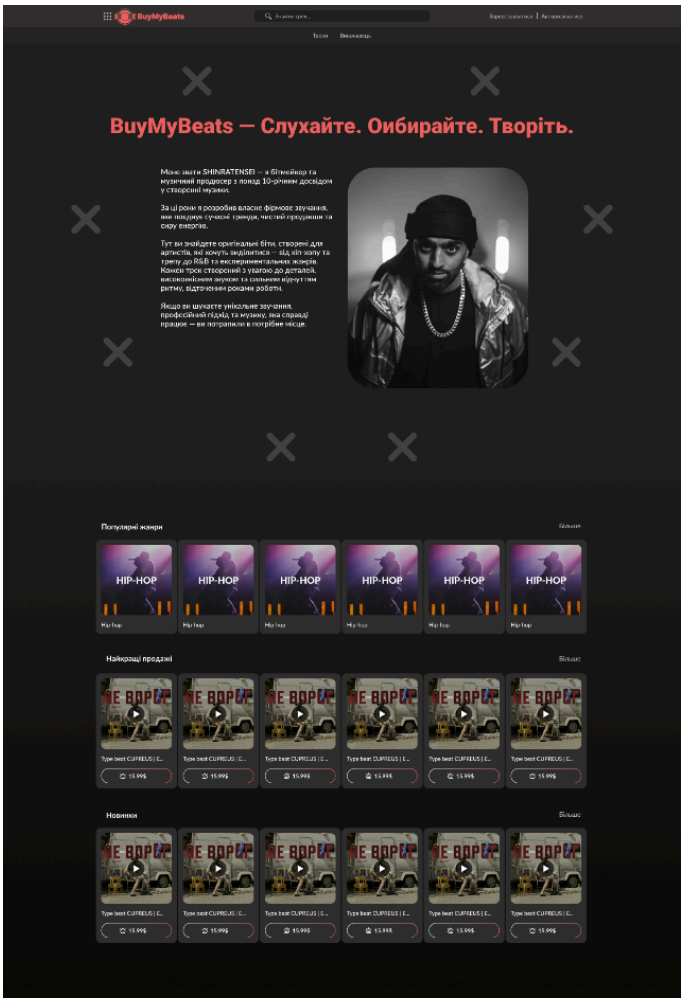


Рис. 1 Графічний інтерфейс головної сторінки розробленої системи (MVP)

Як видно з наведеного екрану, інтерфейс розробленого вебзастосунку має логічну та зручну структуру. У верхній частині сторінки розміщено навігаційну панель із логотипом сервісу, пошуковим рядком та кнопками реєстрації й авторизації користувачів. Це забезпечує швидкий доступ до основних функцій системи.

Центральна частина сторінки містить інформаційний блок із презентацією платформи та графічним зображенням, що формує сучасний стиль ресурсу. Нижче розташовано основні категорії музичного контенту: популярні жанри, найкращі продажі та новинки. У кожному розділі відображаються картки товарів із назвою композиції, обкладинкою та вартістю.

Користувач має можливість переглядати доступний асортимент, знаходити потрібні композиції через пошук та переходити до придбання музичного продукту. Компонентна структура інтерфейсу забезпечує зручність використання та можливість подальшого масштабування системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. React Documentation. Official React Documentation. URL: https://react.dev/
2. Laudon K. C., Traver C. G. E-commerce 2024–2025: Business, Technology, Society. Pearson Education, 2024.
3. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/
4. Fielding R. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures: Doctoral Dissertation. University of California, Irvine, 2000.

УДК 004.42

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОСОБИСТИМИ МЕДИЧНИМИ ЗАПИСАМИ

Рубан А.О., науковий керівник Бородкін Г.О.

Актуальність дослідження. Доступ до власних медичних даних є критично важливим у сучасній охороні здоров'я. Пацієнти стикаються з труднощами при зберіганні та систематизації медичних документів — записів про візити до лікаря, результатів аналізів і досліджень, сканкопії знімків та виписок розпорошені між різними носіями і сервісами. Відсутність зручного цифрового інструменту змушує зберігати паперові документи або використовувати несистематизовані хмарні сховища. Особливо актуальною є розробка захищеного кросплатформного мобільного застосунку, який надасть користувачам єдине місце для ведення медичної історії із зручним пошуком та аналітикою.

Метою дослідження є розробка мобільного застосунку «Ясність» для iOS та Android, що забезпечує зберігання, пошук і аналіз особистих медичних записів із підтримкою двох типів документів — «Візит до лікаря» та «Результати дослідження», — а також прикріплення файлів і перегляду медичної статистики.

Завдання дослідження включають:

1. проєктування реляційної бази даних медичних записів;
2. реалізація серверної частини на основі хмарної платформи Supabase (PostgreSQL, Auth, Storage);
3. розробка кросплатформного інтерфейсу за допомогою React Native / Expo;
4. реалізація CRUD-операцій для документів типу «Візит» та «Результати дослідження»;
5. підтримка прикріплення файлів (jpg, png, heic, pdf) до медичних записів;
6. реалізація розширеного пошуку та фільтрації документів;
7. побудова модуля статистики з графіками активності та розподілу за спеціальностями;
8. інтеграція довідникових таблиць: МКХ-10 (17 000+ кодів), медичні спеціальності, типи лабораторних аналізів.

Методи дослідження. Застосунок розроблено з використанням React Native (Expo SDK) і TypeScript як основних технологій. Маршрутизація реалізована через Expo Router v6 (файловий роутинг). Для стилізації використано NativeWind v4 (Tailwind CSS для React Native). Серверна частина побудована на Supabase: PostgreSQL-база даних із RLS-політиками безпеки, Auth-сервіс із підтримкою email/пароль та Google OAuth, Storage-сервіс для медіафайлів. Схема бази даних охоплює сутності: користувачі, візити, результати досліджень, прикріплені файли, МКХ-10 коди, медичні спеціальності, типи лабораторних аналізів.

Результат дослідження. Розроблено повнофункціональний прототип мобільного застосунку «Ясність», що дозволяє: реєстрацію та вхід користувачів (email/пароль, Google OAuth з 15-хвилинним блокуванням після 5 невдалих спроб), створення та редагування медичних документів обох типів, прикріплення до п'яти файлів (до 10 МБ кожен) з переглядом у застосунку, пошук документів за текстом із фільтрацією за типом, датою, спеціальністю, діагнозом і наявністю файлів, перегляд статистики (стовпчаста діаграма місячної активності, кругова діаграма розподілу за спеціальностями, лінійні графіки числових показників здоров'я), управління профілем (зміна email/пароля, видалення акаунту з повним очищенням даних і файлів).

На рис. 1 зображено головний екран дашборду із переліком медичних документів та панеллю пошуку і фільтрації.

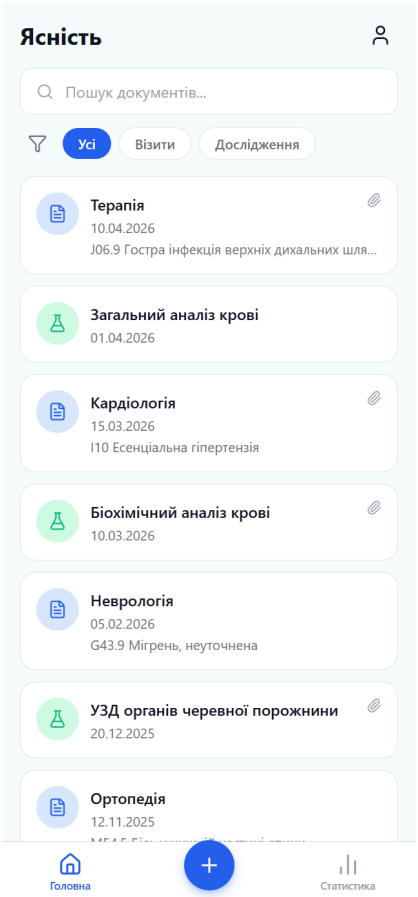


Рис. 1 Головний екран застосунку «Ясність»

Висновки. Застосунок «Ясність» підтвердив доцільність використання сучасних мобільних технологій у сфері управління персональними медичними даними. Він забезпечує безпечне зберігання та зручний доступ до медичної інформації, автоматизує структурування документів і надає аналітичні інструменти для відстеження стану здоров'я. У майбутньому можливе розширення функціоналу: інтеграція технологій OCR та штучного інтелекту для автоматизованого розпізнавання й опрацювання медичних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Expo Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.expo.dev
2. Supabase Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supabase.com/docs
3. React Native Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://reactnative.dev/docs/getting-started
4. Міжнародна класифікація хвороб МКХ-10 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases
5. Національний класифікатор НК 026:2021 "Класифікатор медичних інтервенцій" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/nk-026_2021_.pdf

УДК 004.9:364-053

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ОЦІНКИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ІНДЕКСУ РИЗИКУ ДЛЯ ВРАЗЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Шандра І.А., науковий керівник Британ А.В.

Актуальність теми. В умовах реформування системи соціального захисту України питання своєчасного виявлення та підтримки вразливих груп населення набуває особливої ваги. Соціальні працівники нині змушені самостійно опрацьовувати великі обсяги неструктурованої інформації про підопічних, що призводить до суб'єктивності оцінок та нерівномірного розподілу ресурсів допомоги. Відсутність єдиного автоматизованого інструменту для об'єктивної оцінки соціального ризику унеможливлює системний підхід до пріоритизації підтримки. Розробка програмного забезпечення, що реалізує багатокритеріальну модель оцінки ризику, дозволяє стандартизувати цей процес, підвищити прозорість рішень і скоротити час на виявлення осіб, які потребують першочергової уваги.

Об'єкт дослідження. Процес автоматизованої оцінки соціального ризику для вразливих груп населення.

Предмет дослідження. Методи багатокритеріального аналізу та архітектурні рішення програмного забезпечення для оцінки індексу ризику.

Мета дослідження. Проектування та програмна реалізація веб-застосунку для багатокритеріальної оцінки індексу ризику вразливих груп населення із формуванням рекомендацій та звітів.

Завдання дослідження.

1) Проаналізувати існуючі методи та підходи до оцінки соціального ризику.
2) Визначити критерії оцінювання та їх вагові коефіцієнти.
3) Спроектувати базу даних та архітектуру системи.
4) Розробити графічний інтерфейс користувача.
5) Реалізувати функції формування звітів та виведення рекомендацій.
6) Провести тестування розробленого програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. У ході дослідження розроблено веб-застосунок «СоціоРизик» - систему оцінки багатокритеріального індексу ризику для чотирьох вразливих груп населення: людей похилого віку, дітей, осіб з інвалідністю та малозабезпечених громадян.

Оцінка здійснюється за п'ятьма критеріями: рівень доходу (вага 0,30), стан здоров'я (0,25), соціальна ізоляція (0,20), житлові умови (0,15) та безпека (0,10). Для кожного критерію визначено набір варіантів з числовими значеннями від 0 до 1, де 1 відповідає найгіршому стану. Підсумковий індекс ризику розраховується за формулою зваженої суми: $risk_index = \Sigma(score \times weight)$, після чого система відносить особу до одного з чотирьох рівнів: низький (0–0,30), середній (0,30–0,55), високий (0,55–0,75) або критичний (0,75–1,0).

Система реалізована у вигляді веб-застосунку на HTML5/CSS3/JavaScript з реляційною базою даних, що містить 8 таблиць (Users, VulnerableGroups, Persons, RiskCriterion, CriterionOptions, RiskAssessment, AssessmentDetail, Report). Передбачено три ролі користувачів: соціальний працівник, аналітик та адміністратор. Соціальний працівник вводить дані та формує оцінки, аналітик переглядає статистику та формує звіти, адміністратор налаштовує критерії і вагові коефіцієнти.

На рисунку 1 представлено головний екран веб-застосунку «СоціоРизик» - панель керування, що містить навігаційне меню, інформаційні картки зі статистикою оцінок, блок останніх результатів та розподіл рівнів ризику.

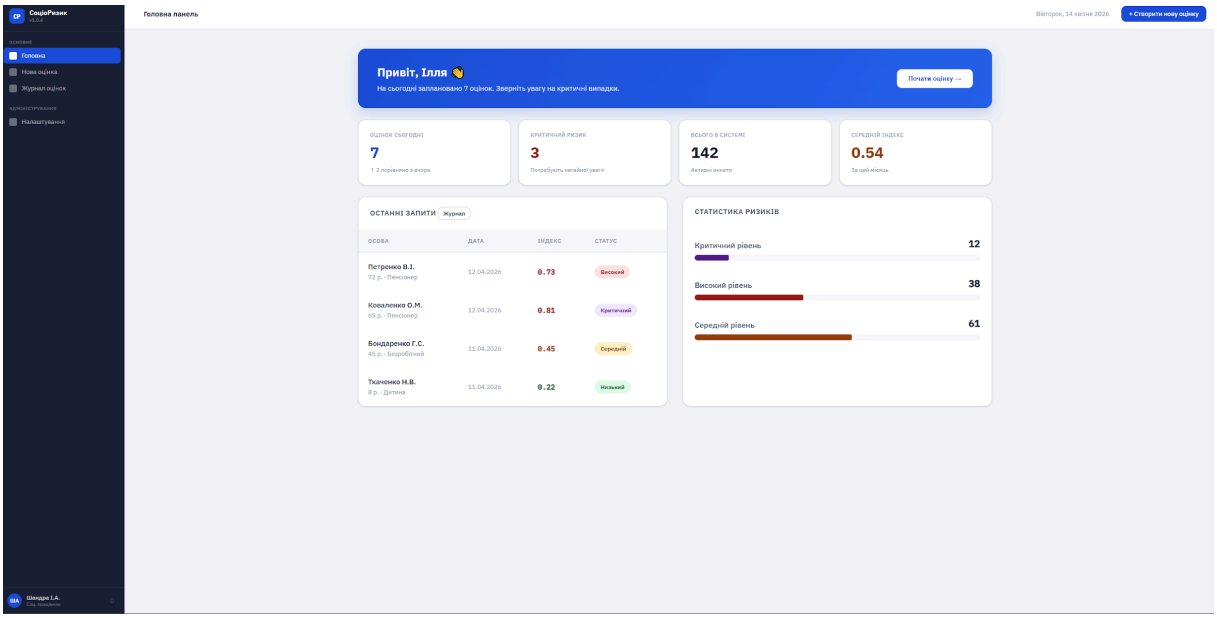


Рис. 1 Форма результату оцінки індексу ризику у веб-застосунку «СоціоРизик»

Розроблений застосунок надає можливість вести журнал усіх оцінок із гнучкою фільтрацією за рівнем ризику та групою вразливості, що значно полегшує роботу соціальних працівників. Користувач може швидко знаходити потрібні записи, переглядати зведену статистику у вигляді графіків та таблиць, а також отримувати детальну інформацію про кожну оцінку. Система підтримує автоматичне формування звітів у форматах PDF та DOCX, що забезпечує зручність у подальшому використанні результатів для аналізу та звітності. Завдяки цьому соціальні служби отримують інструмент для оперативного виявлення осіб із критичним рівнем ризику, своєчасного скерування до них необхідної допомоги та ефективного планування ресурсів. Крім того, застосунок сприяє стандартизації процесу оцінювання, зменшує суб'єктивність прийняття рішень і підвищує прозорість роботи соціальних служб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. MDN Web Docs. Web APIs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API
2. Microsoft Docs. C# Programming Guide. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/dotnet/csharp/
3. Microsoft Docs. ASP.NET Core Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/aspnet/core
4. MDN Web Docs. HTML: HyperText Markup Language. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML

УДК 004.02

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ОНЛАЙН АУДІО- ТА ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ.

Саух М.А., науковий керівник Недьошев М.В.

Актуальність.

Зростання дистанційної освіти, віддаленої роботи та онлайн-спілкування підвищує попит на доступні рішення для групового аудіо- та відеозв'язку. Комерційні платформи часто вимагають складної інтеграції або мають обмеження для навчальних і демонстраційних сценаріїв. Розробка власного веб-додатку дозволяє продемонструвати повний цикл: від протоколів реального часу до безпеки даних і розгортання з публічним HTTPS-доступом.

Постановка задачі.

Потрібно реалізувати веб-додаток у стилі відеоконференцій: користувач може увійти з обліковим записом або як гість, створювати кімнату або приєднуватися за кодом, передавати відео та аудіо між браузерами, обмінюватися текстовими повідомленнями в межах кімнати, керувати камерою та мікрофоном.

Мета роботи.

Мета — спроєктувати та реалізувати інтегровану систему, у якій WebRTC забезпечує безпосередню передачу медіа між учасниками, Node.js з Express і Socket.IO — сигналінг і координацію кімнат, а Supabase — автентифікацію, збереження профілів, заявок у друзі та стану присутності з політиками доступу на рівні рядків (RLS). Для демонстрації та тестування ззовні локальної мережі передбачено публічний HTTPS-тунель ngrok.

Архітектурне рішення.

Архітектура трирівнева з точки зору каналів зв'язку. Браузер — власний сервер: HTTP для видачі сторінок (лендінг, кабінет, кімната за числовим кодом) та WebSocket-транспорт Socket.IO для подій кімнати. Браузер — браузер: після обміну SDP та ICE-кандидатами встановлюються P2P-з'єднання; медіа шифрується на рівні протоколу WebRTC. Браузер — Supabase: REST/Auth для облікових даних і таблиць, Realtime для оновлення присутності друзів, Storage для аватарів. Таке розділення знижує навантаження на вузол сигналінгу порівняно з ретрансляцією відео через сервер і зменшує затримку для невеликої групи учасників.

Ключові елементи реалізації.

На сервері реалізовано кімнати Socket.IO з ідентифікатором у вигляді числового коду; події join-room, offer, answer, ice-candidate забезпечують сигналінг WebRTC без розбору вмісту SDP на сервері. Додаткові події підтримують стан треків, індикацію мовлення та чат з обмеженнями з боку сервера (наприклад, довжина повідомлення). У клієнті використовується послідовність: getUserMedia, RTCPeerConnection з STUN для обходу NAT, обмін сигналами через Socket.IO, відображення віддалених потоків у елементах video. Ліміт учасників у кімнаті (у документації проєкту — до шести) відповідає типовій моделі mesh-топології P2P, де кожен учасник підтримує кілька незалежних з'єднань.

Підсистема облікових записів і соціальних даних винесена в Supabase: таблиці профілів, заявок у друзі та присутності; політики RLS обмежують читання та запис так, щоб анонімний ключ клієнта не відкривав чужі дані. Конфігурація Supabase для браузера передається безпечним підмножином через окремий HTTP-endpoint (без service role на клієнті). Для аватарів використовується бакет сховища з політиками завантаження в «свою» область користувача.

Результати та властивості системи.

У результаті отримано працездатний веб-додаток з реєстрацією/входом або гостьовим режимом, кабінетом користувача, створенням і входом у кімнату за кодом, одночасною відео- та аудіоконференцією, чатом, копіюванням посилання для запрошення та доступом через ngrok з HTTPS. Інтерфейс адаптований під різні розміри екрана; конфіденційні параметри винесені в змінні оточення.

Обмеження і напрями вдосконалення.

У складних корпоративних мережах лише STUN може бути недостатнім; для промислової надійності доцільно додати TURN. Модель повного mesh погано масштабується на великі групи — для аудиторії понад кілька десятків учасників потрібні SFU/MCU. Чат і сигнали проходять через власний сервер: для продакшену критичні жорсткі політики TLS, обмеження частоти подій, аудит і, за потреби, модерація контенту. Окремим напрямом є покриття автоматичними тестами критичних сценаріїв (сигналінг, ліміти кімнати, RLS).

Висновки.

Розроблена система поєднує сучасний стек веб-реального часу (WebRTC + WebSocket-сигналінг) з BaaS-підходом (Supabase) для швидкого й безпечного зберігання користувацьких і соціальних даних. Показано практичну схему розгортання для демонстрації через зашифрований тунель. Робота може служити основою для курсів з мережевих технологій, безпеки веб-додатків і розподілених систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. MDN. WebRTC API [Електронний ресурс] / MDN Web Docs (Mozilla). – Режим доступу до ресурсу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebRTC_API
2. W3C. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers [Електронний ресурс] / World Wide Web Consortium. – Режим доступу до ресурсу: https://www.w3.org/TR/webrtc/
3. Socket.IO. Documentation [Електронний ресурс] / Socket.IO project. – Режим доступу до ресурсу: https://socket.io/docs/v4/
4. OpenJS Foundation. Express — web framework for Node.js [Електронний ресурс] / Express.js. – Режим доступу до ресурсу: https://expressjs.com/
5. OpenJS Foundation. Node.js Documentation [Електронний ресурс] / Node.js. – Режим доступу до ресурсу: https://nodejs.org/docs/latest/api/

УДК 004.41:004.65

СИСТЕМА ОБЛІКУ МЕШКАНЦІВ ГУРТОЖИТКУ

Карпова М. О., науковий керівник Панкратьєв В.О.

Процес управління житловим фондом у закладах вищої освіти супроводжується обробкою значних обсягів персональних даних, фінансових операцій та документації. Автоматизація цих процесів є необхідною умовою для підвищення ефективності роботи адміністративного персоналу та мінімізації помилок у звітності.

Метою роботи є проєктування та реалізація інформаційної системи (ІС), що забезпечує повний життєвий цикл обліку мешканців гуртожитку: від реєстрації документів та поселення до контролю оплат і формування аналітичних звітів.

Архітектура розробленої системи базується на клієнт-серверній моделі. Для моделювання структури ПЗ було використано мову UML. Організаційна структура системи розділена на пакети, де Backend-частина включає модулі безпеки, моделі даних та API для взаємодії з клієнтом.

Проєктування бази даних виконано у середовищі ERwin. Логічна модель системи містить ключові сутності: «Студент», «Кімната», «Поселення», «Оплата» та «Пільга». Для забезпечення цілісності даних на рівні СУБД MySQL реалізовано механізми тригерів та збережених процедур. Прикладом автоматизації бізнес-логіки є тригер *Застосувати Пільгу*, який перед внесенням запису про оплату автоматично перераховує нараховану суму з урахуванням відсотка знижки студента. Також розроблено процедуру *Борг Студента* для оперативного розрахунку фінансових зобов'язань.

Особливу увагу при розробці системи приділено реалізації бізнес-логіки на рівні серверної частини. Використання об'єктно-реляційного відображення (ORM) SQLAlchemy дозволило абстрагуватися від прямих SQL-запитів, що підвищило безпеку системи та швидкість розробки. Зокрема, модель даних Student інтегрує зв'язки з таблицями Room та Payment, що дозволяє одним запитом отримувати повну інформацію про поточний статус мешканця.

Алгоритми обробки даних включають перевірку валідності документів при поселенні та автоматичний контроль заповненості житлового фонду. При спробі поселення студента в кімнату, де кількість вільних місць дорівнює нулю, система блокує транзакцію та видає відповідне попередження адміністратору. Такий підхід забезпечує цілісність інформаційної бази та запобігає виникненню конфліктних ситуацій при розподілі місць.

Інтерфейсна частина реалізована за допомогою технологій HTML5, CSS3 та JavaScript. Головна сторінка адміністратора містить статистичні модулі, що дозволяють відстежувати кількість вільних місць, відсоток заселеності та динаміку надходжень. Алгоритми формування звітності побудовані з використанням бібліотеки SQLAlchemy, що дозволяє виконувати складні запити до бази даних та генерувати актуальні відомості про боржників та очікувані фінансові надходження у реальному часі.

Система передбачає можливість експорту сформованих звітів у формати .pdf та .xlsx, що відповідає вимогам до сучасних інформаційних керуючих систем. Використання фреймворку Flask забезпечує гнучкість маршрутизації та легкість інтеграції нових функціональних модулів, таких як система сповіщень мешканців про заборгованість.

Впровадження розробленої системи дозволяє автоматизувати рутинні операції коменданта та адміністратора, забезпечує високу точність фінансового обліку та дозволяє швидко отримувати статистичні дані для прийняття управлінських рішень. Використаний стек технологій (Python, Flask, MySQL) забезпечує масштабованість та надійність рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коноллі Т., Бегг К. Бази даних. Проектування, реалізація та супровід. Теорія та практика. – М. : Вільямс, 2017. – 1440 с.
2. Документація до MySQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dev.mysql.com/doc/
3. Офіційний сайт Python Software Foundation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.python.org/

УДК 004.42

ФРОНТЕНД ЧАСТИНА СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВЗАЄМОДІЇ ВОЛОНТЕРІВ І ВІЙСЬКОВИХ

Бачинський О.А., науковий керівник Голуб Б.Л.

В умовах сучасних проблем ефективна координація між військовими підрозділами та волонтерськими організаціями є критично важливою. Військові мають постійні потреби у спорядженні, медикаментах, техніці тощо, тоді як волонтери готові надавати допомогу, але часто стикаються з проблемами пошуку та верифікації запитів, неефективною комунікацією та ризиками шахрайства. Відсутність єдиного цифрового середовища для взаємодії призводить до дублювання запитів або ігнорування термінових потреб.

Метою роботи є розробка клієнтської частини вебсистеми, що забезпечує централізоване, прозоре та безпечне середовище для взаємодії волонтерів і військових. Фронтенд-частина повинна мати простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що мінімізує час на навчання користувачів та забезпечує швидкий доступ до функціоналу та потрібних даних у важких умовах.

Для проектування UX/UI було використано інструмент Figma, що дозволив визначити та розробити макети ключових елементів інтерфейсу, обрати колірну схему та шрифти. В результаті було створено інтерактивний прототип, який дозволив детально пропрацювати шлях користувача від моменту авторизації до створення звіту. Це дало змогу виявити та усунути потенційні помилки в інтерфейсі до початку написання коду.

При розробці інтерфейсу системи було застосовано компонентний підхід, що дозволив розділити інтерфейс на незалежні модулі, які можна використовувати повторно, що полегшує розробку та майбутнє масштабування. Клієнтська частина базується на технологіях HTML5, CSS3 та JavaScript без використання важких фреймворків, що забезпечує мінімальний час завантаження сторінок, це є особливо важливим в умовах нестабільного інтернет-з’єднання. Використання Flexbox та CSS Grid дозволило створити повністю адаптивний інтерфейс, який коректно відображається на будь-яких пристроях. Для автентифікації та безпечної передачі інформації використовуються JWT-токени, а для захисту від XSS-атак реалізовано санітизацію введених даних, що запобігає виконанню шкідливих скриптів та SQL-ін’єкцій.

Реалізований інтерфейс включає наступні сторінки та форми:

- Форми автентифікації – форми входу та реєстрації з динамічною валідацією полів на стороні клієнта та можливістю вибору ролі користувача.
- Сторінки «Запити на допомогу» (Рис. 1.) та «Збори коштів» – відображають дописи у вигляді карток. Кожна картка містить інформацію про автора, статус, заголовок, опис, фото та теги за якими можна виконувати фільтрацію для швидкого пошуку конкретних запитів.
- Форми для керування дописами – форми створення (Рис. 2.) та редагування дописів, що працюють асинхронно через Fetch API.
- Форма для відгуку на запит – слугує для встановлення зворотного зв’язку з автором запиту та прийняття запиту в роботу.
- Сторінка «Прийняті запити» - відображає всі прийняті в роботу запити та забезпечує функціонал для керування ними.
- Форми для створення звітів по запитам – при закритті запиту кожною із сторін, виводиться форма для заповнення відповідного звіту.
- Сторінки «Військові» та «Волонтери» – відображають списки зареєстрованих користувачів відповідної ролі.

- Профіль користувача – відображає дані користувача, його створені дописи, та прийняті до роботи запити, що забезпечує прозорість взаємодії. Звідси користувач може керувати своєю особистою інформацією та дописами.

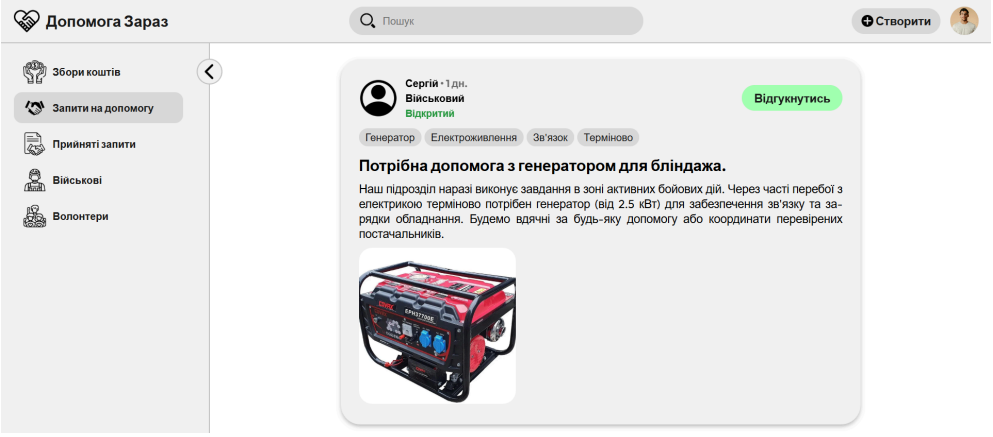


Рис. 1 Сторінка «Запити на допомогу»

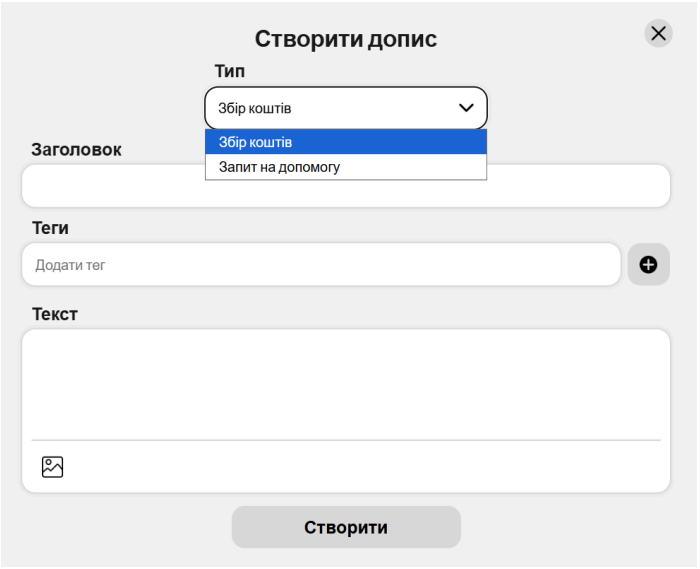


Рис. 2 Форма для створення допису

У результаті роботи була спроектована та розроблена клієнтська частина системи, яка відповідає вимогам інтуїтивності, продуктивності та надійності. Використання HTML, CSS та JavaScript без важких бібліотек дозволило досягти мінімального часу відгуку інтерфейсу, що є критичним для користувачів у важких умовах. Система має адаптивний дизайн, що робить її однаково зручною як на ПК, так і на мобільних пристроях. Розроблений інтерфейс є масштабованим, що дозволяє в майбутньому легко інтегрувати нові модулі відповідно потребам користувачів. За допомогою JWT-токенів та санітизації введених даних забезпечено безпеку інформації та запобігання XSS-атакам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. W3Schools. HTML, CSS, JavaScript Reference [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.w3schools.com/
2. MDN Web Docs. JavaScript [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript
3. HTML Living Standard [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://html.spec.whatwg.org/
4. Figma Help Center. Prototyping and Layouts [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://help.figma.com/

УДК 004.42:612.76:781.1

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДРІБНОЇ МОТОРИКИ РУК НА ОСНОВІ МУЗИЧНОГО РИТМУ

Волохін Б.О., науковий керівник Голуб Б.Л.

Актуальність теми. Розвиток дрібної моторики є критично важливим не лише для дітей, а й для реабілітації дорослих після травм або при професійних захворюваннях. Сучасні цифрові рішення часто ігнорують ігрову (гейміфіковану) складову, яка підвищує мотивацію користувача до регулярних занять. Використання ритм-ігор як бази для тренування координації «око-рука» дозволяє перетворити монотонні вправи на інтерактивний процес. Оскільки існуючі рішення часто є закритими або не дозволяють гнучко керувати контентом, розробка власного ПЗ з інтеграцією локальних баз даних для відстеження прогресу є актуальним завданням.

Об’єкт дослідження. Процес взаємодії користувача з ритмічним мультимедійним контентом для стимуляції рухової активності рук.

Предмет дослідження. Алгоритми синхронізації ігрових подій з музичним потоком, методи збереження результатів тренувань та архітектура кросплатформової системи на базі Unity.

Мета дослідження. Проєктування та програмна реалізація ігрового середовища, яке забезпечує розвиток точності та швидкості реакції пальців рук через виконання ритмічних завдань.

Завдання дослідження.

1. Проаналізувати методику використання ритм-стимуляції для тренування моторики.
2. Спроєктувати архітектуру бази даних для зберігання рівнів та результатів користувачів.
3. Розробити систему автоматизованого завантаження нот та синхронізації їх із музичним темпом.
4. Імплементувати підсистему аналізу точності натискань (Perfect/Good/Normal) та візуалізації прогресу.

Виклад основного матеріалу. В ході дослідження було розроблено кросплатформовий програмний комплекс на ігровому рушії Unity з використанням мови C#. Архітектура системи базується на модульній структурі, що забезпечує гнучкість налаштувань та можливість масштабування контенту. Ключовим елементом керування є об'єкт GameManager, який реалізований за патерном Singleton для забезпечення єдиної точки доступу до ігрового стану, підрахунку очок та управління інтерфейсом результатів.

Для забезпечення персоналізації та збереження прогресу тренувань інтегровано СКБД SQLite. Вибір локальної бази даних зумовлений необхідністю стабільної роботи ПЗ в умовах відсутності стабільного інтернет-з'єднання, що важливо для медичних та реабілітаційних закладів. Структура даних розділена на два логічні блоки:

1. MusicTrackDB: містить таблиці Songs, Levels та Notes. Таблиця Notes зберігає часові мітки (spawn_time) та індекси колонок (column_index), що дозволяє динамічно реконструювати ігрову послідовність за допомогою модуля LevelLoader.
2. UserDataDB: фокусується на безпеці та аналітиці. Паролі користувачів зберігаються у вигляді хеш-сум SHA256, що унеможливлює їх компрометацію у відкритому вигляді. Таблиця Scores фіксує детальні результати кожного сеансу: кількість влучних натискань різних рівнів точності, відсоток успішності та фінальний ранг.

Технічна реалізація ігрового процесу базується на динамічному спавні об'єктів NoteObject, які переміщуються по вертикальній осі зі швидкістю, що визначається параметром beatTempo. Синхронізація візуального ряду з аудіопотоком досягається через прив'язку позиції ноти до часу відтворення музичного треку.

Програма автоматично обчислює якість кожної дії користувача на основі аналізу дистанції між нотою та центром зони активації в момент натискання відповідної клавіші (Left, Up, Down, Right):

- Perfect (дистанція < 0.05): максимальний приріст очок та відновлення шкали здоров'я;
- Good (дистанція < 0.25): середній рівень точності;
- Normal: зарахування влучання без додаткових бонусів;
- Miss: штрафування користувача зменшенням «здоров'я» та скиданням множника комбо, що стимулює до підвищення концентрації.

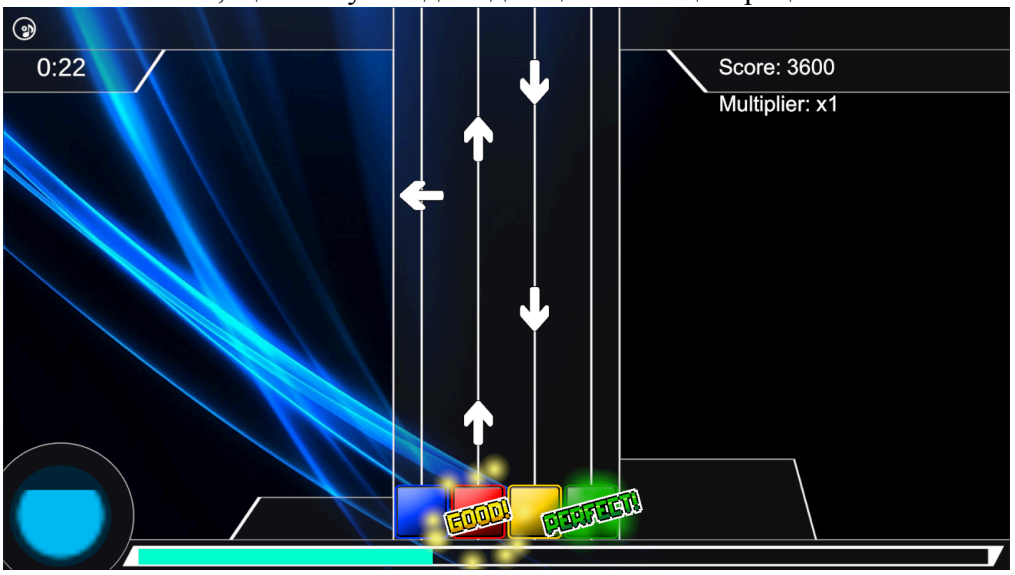


Рис 1 Візуалізація тренувального сеансу у реальному час (MVP)

Для полегшення процесу створення нових вправ реалізовано інструментарій LevelExporter. Він дозволяє розробнику або методисту розставляти ноти безпосередньо у візуальному редакторі Unity та в один клік експортувати їх у SQL-формат, автоматично обчислюючи часові затримки на основі їх просторового розташування. Це перетворює ПЗ з простої гри на гнучку платформу для створення індивідуальних програм реабілітації.

Система візуалізації прогресу в профілі користувача дозволяє відстежувати динаміку тренувань через запити до бази даних, виводячи дату останньої активності, кількість пройдених рівнів та загальну точність рухів. Такий підхід забезпечує об'єктивний зворотний зв'язок, необхідний для оцінки ефективності вправ з розвитку дрібної моторики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Microsoft Documentation: SHA256 Class. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.security.cryptography.sha256
2. SQLite Documentation: SQL as Understood By SQLite. URL: https://www.sqlite.org/lang.html
3. Unity Manual: Execution Order of Event Functions. URL: https://docs.unity3d.com/Manual/ExecutionOrder.html

УДК 004.8:004.738.5

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ПРЕЗЕНТАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Котельницький Д.О., науковий керівник Недьошев М.В.

Актуальність теми. Підготовка якісних презентацій залишається трудомістким процесом. Існуючі рішення або вимагають ручного формування вмісту, або залежать від хмарних сервісів із передачею приватних даних стороннім серверам. Розвиток локальних великих мовних моделей (LLM) відкриває можливість побудови систем, що автоматично генерують структуру та вміст слайдів без витоку даних — що є актуальним завданням сучасної прикладної інформатики.

Об'єкт дослідження. Процес автоматизованої генерації структурованих мультимедійних презентацій на основі природномовного опису теми.

Предмет дослідження. Методи та архітектурні рішення для побудови веборієнтованої системи генерації слайдів з використанням локальних LLM та клієнт-серверної архітектури.

Мета дослідження. Проектування та реалізація системи Slide AI — веб-застосунку для автоматичної генерації презентацій за введеним промптом з повноцінним редактором слайдів та експортом у популярні формати.

Завдання дослідження.

- Проаналізувати існуючі засоби автоматизованого створення презентацій.
- Спроектувати архітектуру клієнт-серверної системи з інтеграцією локальної LLM.
- Розробити базу даних та серверну частину на FastAPI.
- Реалізувати веб-інтерфейс редактора слайдів на Next.js та React.
- Реалізувати функціонал експорту у формати PDF, PPTX та HTML.
- Провести тестування функціональних можливостей системи.

Виклад основного матеріалу. Серверну частину системи реалізовано на базі FastAPI (Python). Для генерації вмісту слайдів використовується локальна модель Llama 3.1 8B, розгорнута через Ollama, що гарантує конфіденційність даних. Модуль підбору зображень звертається до Unsplash API. Зберігання даних здійснюється в PostgreSQL 16 (таблиці presentation, slide, user, generation_parameters, generation_log). Усі сервіси контейнеризовано та оркеструються docker-compose. Зовнішній доступ забезпечено через Cloudflare Tunnel із TLS-шифруванням.

Клієнтську частину розроблено на Next.js, React та TypeScript з оформленням на Tailwind CSS. Центральний елемент інтерфейсу - сторінка створення презентації, де користувач вводить опис теми та обирає параметри (кількість слайдів, мову, рівень деталізації, використання зображень). Система послідовно виконує аналіз промпту, генерацію через LLM, підбір зображень та збереження результату, відображаючи прогрес у модальному вікні. Інтерфейс сторінки створення презентації представлено на рисунку 1.

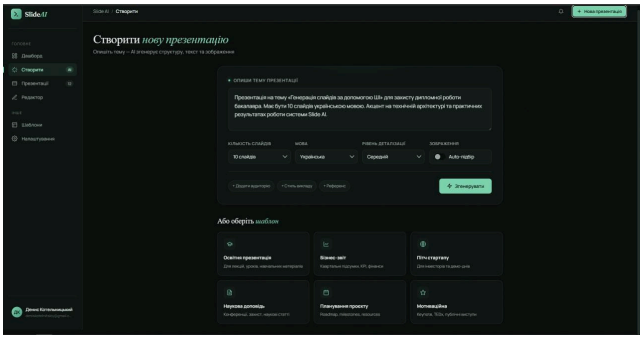


Рис. 1 Інтерфейс сторінки створення презентації системи Slide AI

Редактор слайдів має триколонкову структуру: панель з введенням промпту, робоча область із холстом 16:9 та панель властивостей з AI-підказками. Після генерації користувач може редагувати заголовок та вміст кожного слайду, обирати стиль оформлення та експортувати результат у форматах PDF, PPTX або HTML. Інтерфейс редактора слайдів представлено на рисунку 2.

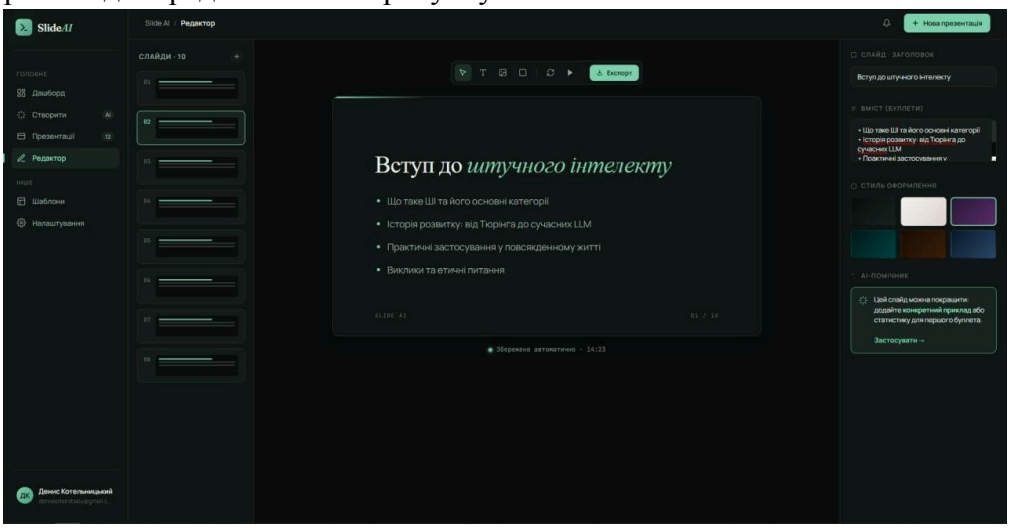


Рис. 2 Інтерфейс редактора слайдів системи Slide AI

Результати підтверджують практичну придатність обраного стеку та успішне вирішення задачі автоматизованої генерації презентацій. Подальший розвиток передбачає підтримку спільної роботи в реальному часі та інтеграцію більш потужних локальних моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Next.js Documentation [Електронний ресурс]: «Building Your Application: Routing». Режим доступу: https://nextjs.org/docs/app/building-your-application/routing
2. FastAPI Documentation [Електронний ресурс]: «Tutorial — User Guide» Режим доступу: https://fastapi.tiangolo.com/tutorial
3. Ollama Documentation [Електронний ресурс]: «Llama 3.1 — Running Local LLMs» Режим доступу: https://ollama.com/library/llama3.1
4. PostgreSQL 16 Documentation [Електронний ресурс]: «The SQL Language» Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/16/index.html
5. Unsplash API Documentation [Електронний ресурс]: «Search Photos» Режим доступу: https://unsplash.com/documentation#search-photos

УДК 004.42:613

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ

Вінтонюк Є. С., науковий керівник Корнілов І. С.

Актуальність теми. У сучасному динамічному світі підтримка фізичного здоров'я, контроль раціону харчування та моніторинг активності стають критично важливими завданнями для широкого кола людей. Проте висока вартість послуг професійних дієтологів та складність ручного обліку показників створюють бар'єри для масового впровадження принципів здорового способу життя (ЗСЖ). Telegram-боти, побудовані на сучасних асинхронних архітектурах, забезпечують високу швидкість взаємодії, кросплатформеність та персоналізацію, що робить їх ефективним засобом для розробки інтелектуальних систем підтримки здоров'я (e-health) [1].

Об'єкт дослідження. Процес автоматизації персоналізованої підтримки здорового способу життя за допомогою інтелектуальних програмних асистентів.

Предмет дослідження. Методи, алгоритми та сучасні програмні інструменти розробки рекомендаційних систем для моніторингу нутрієнтів та фізичної активності.

Мета дослідження. Розробка комплексного програмного забезпечення системи підтримки здорового способу життя у вигляді Telegram-бота на базі асинхронного стеку технологій для надання автоматизованих персоналізованих рекомендацій користувачам.

Завдання дослідження:

- здійснити системний аналіз предметної області та визначити математичні моделі розрахунку показників здоров'я;
- обґрунтувати вибір технологічного стеку для реалізації високонавантаженої системи;
- спроектувати архітектуру бази даних для зберігання антропометричних даних та історії активності;
- реалізувати алгоритми нечіткого пошуку продуктів харчування та розрахунку калоражу;
- розробити інтерфейс користувача та систему візуалізації прогресу.

Виклад основного матеріалу. Для реалізації системи обрано мову програмування Python 3.13, яка забезпечує високу швидкість розробки та має розвинену екосистему бібліотек для обробки даних. В якості ядра бота використано фреймворк aiogram 3.15.0, що працює на основі бібліотеки asyncio. Це дозволяє обробляти тисячі запитів користувачів одночасно в одному потоці, що є критичним для масштабованості системи [1].

Архітектура рішення базується на модульному принципі. Кожен функціональний блок (логіка реєстрації, щоденник харчування, тренування) винесений у окремі роутери. Стан користувача контролюється через Finite State Machine (FSM), що дозволяє будувати складні багатокрокові діалоги без ризику втрати контексту. Для збереження даних використано реляційну СУБД SQLite з використанням SQLAlchemy ORM, що забезпечує гнучкість при роботі з об'єктами бази даних [2].

Одним із ключових аспектів системи є математичний апарат. Розрахунок енергетичних потреб базується на формулі Міффліна-Сан Жеора [4]. Додатково впроваджено коефіцієнти фізичної активності (PAL), що дозволяє адаптувати норми споживання під конкретний спосіб життя користувача (від сидячого до інтенсивних тренувань). У таблиці 1 наведено детальний опис основних технічних компонентів системи.

Таблиця 1. Технологічні компоненти та їх функціональне призначення

Компонент системи	Інструментарій	Функціональна роль

Core Framework	aiogram 3.15.0	Забезпечення асинхронної взаємодії з API Telegram
Data Layer	SQLAlchemy 2.0	Абстракція доступу до бази даних (ORM)
Validation Layer	Pydantic v2	Валідація вхідних даних та схем конфігурації
Logic Module	RapidFuzz 3.10	Реалізація швидкого пошуку продуктів у базі
Visualization	matplotlib 3.11	Динамічна побудова графіків ваги та калорій

Особливу увагу приділено модулю «Харчовий щоденник». Використання алгоритмів нечіткого порівняння рядків (бібліотека RapidFuzz) дозволяє нівелювати помилки при введенні назв продуктів користувачем. Після вибору продукту система автоматично розраховує білки, жири та вуглеводи (БЖВ) згідно з вказаною вагою порції.

Інтерфейс користувача та функціональні можливості. Взаємодія з ботом реалізована через систему інтуїтивно зрозумілих Reply та Inline меню. Користувач проходить етап анкетування, після чого отримує доступ до головної панелі управління.

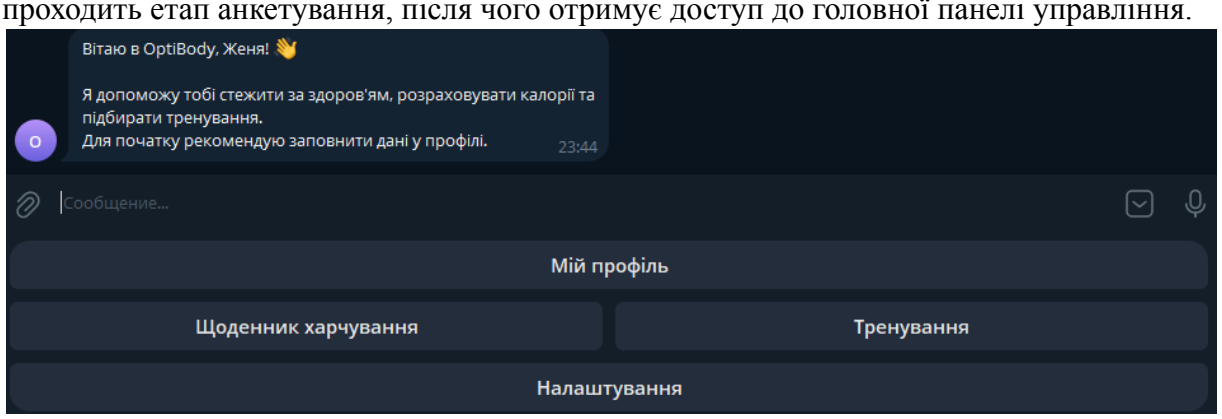


Рис. 1 Інтерфейс Telegram-бота: Головне меню)

Рисунок 1 демонструє реалізацію користувацького інтерфейсу. Завдяки використанню Inline-кнопок забезпечується висока швидкість навігації. Модуль візуалізації прогресу формує зображення (PNG), які надсилаються користувачу у вигляді графіків, що дозволяє наочно оцінити динаміку змін маси тіла за обраний період.

Отримані результати. У ході роботи було розроблено та протестовано програмний комплекс для підтримки ЗСЖ. Проведене тестування показало, що система коректно обробляє некоректні дані та забезпечує цілісність інформації при одночасних запитах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aiogram 3.15.0 Documentation. Official documentation for Telegram Bot API framework. URL: https://docs.aiogram.dev/en/latest/
2. SQLAlchemy 2.0 Documentation. The Python SQL Toolkit and Object Relational Mapper. URL: https://docs.sqlalchemy.org/en/20/
3. Python 3.13 Release Notes. New features and improvements. URL: https://docs.python.org/3/whatsnew/3.13.html
4. Mifflin M. D., St Jeor S. T. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. The American Journal of Clinical Nutrition. 1990. Vol. 51(2). P. 241–247.

УДК 004.9:911.5

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Якубенко Б.В., науковий керівник Сватко В.В.

У роботі розглянуто розробку геоінформаційної системи для оптимізації маршрутів міського транспорту. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності транспортної мережі та підтримки прийняття рішень на основі просторового аналізу даних.

Метою роботи є створення системи, що дозволяє виконувати аналіз транспортної мережі, оцінювання маршрутів та підтримку їх оптимізації на основі просторових даних.

У роботі автором реалізовано серверну частину системи з використанням Flask (Python) та PostgreSQL/PostGIS. Також автором розроблено веб-інтерфейс (Leaflet, JavaScript) і модулі просторового аналізу з використанням OSMnx, NetworkX та Shapely. Для формування звітів використано бібліотеку ReportLab. Як джерело даних використано OpenStreetMap та транспортні дані міста Києва.

Система забезпечує:

- відображення зупинок і маршрутів на інтерактивній карті;
- побудову ізохрон пішохідної доступності;
- аналіз покриття території транспортною мережею;
- створення та редагування маршрутів із побудовою геометрії по дорожньому графу;
- виявлення дублюючих маршрутів;
- визначення транспортних хабів;
- оцінювання потенційних маршрутів для їх подальшої оптимізації;
- формування аналітичних звітів у форматі PDF.

Для оцінювання покриття використано буферизацію з радіусом 500 м навколо зупинок. Виявлення дублюючих маршрутів виконується на основі коефіцієнта просторової схожості, що враховує відношення спільних ділянок маршрутів до їх загальної довжини (Jaccard-подібний підхід).

Станом на 2026 рік на сформованій базі даних отримано такі результати:

- кількість зупинок: 3095;
- кількість маршрутів: 304;
- сумарна довжина транспортної мережі: 4 055 775 м;
- середня довжина маршруту: 13 341 м;
- площа покриття мережі: 457,62 км²;
- виявлено 4 пари маршрутів із високим рівнем дублювання (до 0,88);
- визначено транспортні хаби з навантаженням до 15 маршрутів на одну зупинку.

Додатково виконано аналіз транспортної доступності за районами, що дозволило виявити території з найнижчими показниками забезпеченості зупинками та визначити потенційні зони для оптимізації маршрутної мережі.

До обмежень моделі належать: припущення про рівномірний розподіл населення в межах районів; використання евристичних підходів при оцінюванні маршрутів; залежність точності результатів від якості та повноти даних OpenStreetMap.

Отримані результати підтверджують можливість використання розробленої системи як інструменту для аналізу та оптимізації маршрутів міського транспорту, виявлення проблемних зон та підтримки прийняття рішень у сфері міської мобільності.

Ключові слова: геоінформаційна система, міський транспорт, оптимізація маршрутів, просторовий аналіз, транспортна мережа, покриття, ізохрони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Geurs K. T., van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*. 2004. Vol. 12(2). P. 127-140. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
2. Levinson D. Network Structure and City Size. *PLOS ONE*. 2012. Vol. 7(1): e29721. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029721
3. Boeing G. OSMnx: New Methods for Acquiring, Constructing, Analyzing, and Visualizing Complex Street Networks. *Computers, Environment and Urban Systems*. 2017. Vol. 65. P. 126-139. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004

УДК 004.89:656.13

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ТА АВАРІЙНОСТІ НА ДОРОГАХ МІСТ

Мельниченко Т.Р., науковий керівник Вайганг Г.О.

Актуальність теми: У сучасних урбанізованих середовищах спостерігається стале зростання інтенсивності транспортних потоків, що зумовлює підвищення рівня заторів, збільшення часу пересування та зростання аварійності [3, 4]. Існуючі навігаційні системи, зокрема Google Maps та Waze, ефективно реалізують побудову маршрутів, однак не завжди враховують локальні або динамічні події дорожньої інфраструктури, такі як аварії, тимчасові обмеження руху або нетипові затори [1].

У цьому контексті актуальним є створення інтелектуального програмного забезпечення, здатного інтегрувати різнорідні джерела даних, здійснювати аналіз дорожньої ситуації в режимі реального часу та формувати оптимальні маршрути з урахуванням поточних умов і ризиків [3].

Метою роботи є розроблення програмного забезпечення моніторингу завантаженості та аварійності дорожньої мережі міста, що забезпечує побудову оптимальних маршрутів із урахуванням динамічних дорожніх подій; для досягнення поставленої мети передбачено розв’язання таких завдань: реалізація алгоритмів побудови маршрутів між заданими точками, інтеграція картографічних сервісів для візуалізації просторових даних, урахування дорожніх подій (аварій і заторів) у процесі оптимізації маршрутів, реалізація системи автентифікації та розмежування доступу користувачів, а також розроблення адміністративного інтерфейсу для керування дорожніми подіями.

Методологія та архітектура системи. Розроблене програмне забезпечення базується на клієнт-серверній архітектурі з використанням сучасних веб- та хмарних технологій [2], що забезпечує розподіл функціональних компонентів, масштабованість та можливість обробки даних у режимі реального часу. Загальна архітектура системи наведена на рис. 1.

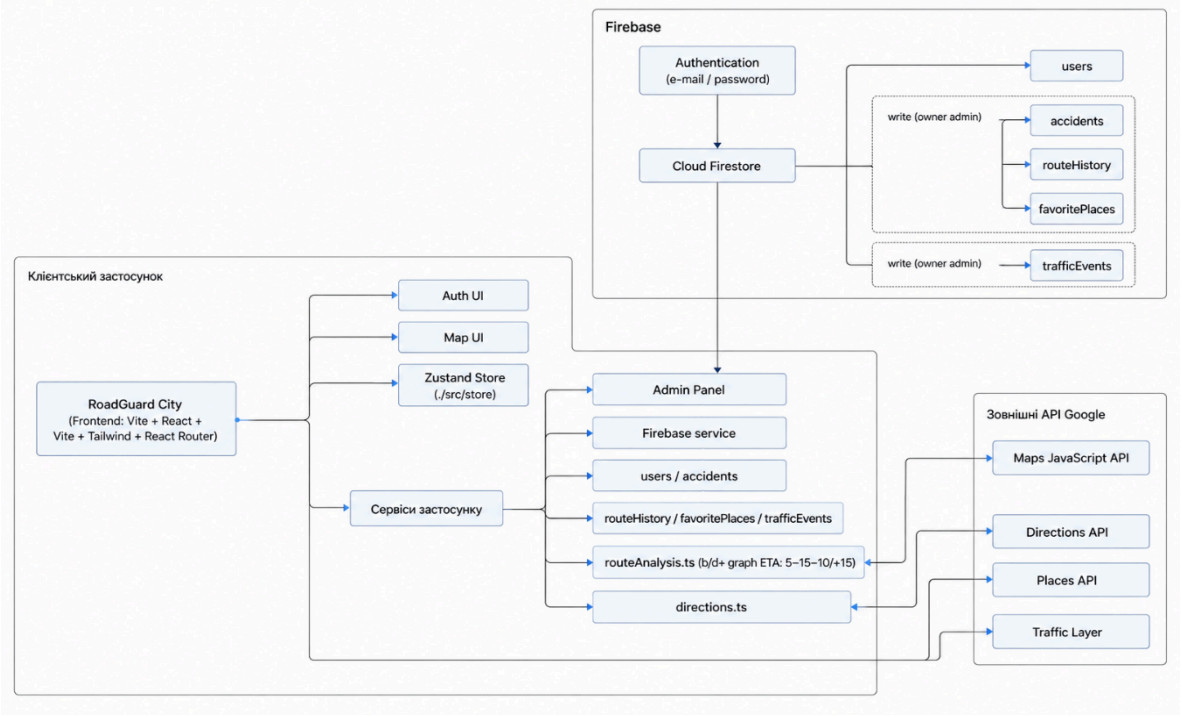


Рис. 1 Архітектура програмного забезпечення моніторингу дорожньої ситуації

На рис. 1 представлено структурно-функціональну модель системи, яка включає три основні рівні: клієнтський, сервісний та серверний, а також рівень інтеграції із зовнішніми геоінформаційними сервісами. Клієнтський рівень реалізований у вигляді веб-застосунку RoadGuard City і забезпечує взаємодію користувача із системою. Він включає модулі авторизації (Auth UI) та картографічного відображення (Map UI), що відповідають за доступ до системи та візуалізацію даних. Додатково використовується модуль керування станом застосунку (Zustand Store), який виконує синхронізацію даних між компонентами інтерфейсу.

Сервісний рівень реалізує бізнес-логіку системи та обробку даних. Модуль routeAnalysis.ts здійснює аналіз маршрутів і коригування часу пересування з урахуванням дорожніх подій (аварій, заторів), на основі даних із бази та зовнішніх джерел. Модуль directions.ts реалізує формування маршрутів і взаємодію з API побудови шляхів. Додатково реалізовано обробку даних користувача, історії маршрутів (routeHistory), збережених місць (favoritePlaces) та дорожніх подій (trafficEvents), що формує інформаційну основу для персоналізації та аналітики.

Серверний рівень побудований на базі Firebase і включає підсистему автентифікації (Firebase Authentication) для керування доступом користувачів та базу даних Cloud Firestore для збереження структурованої інформації про користувачів, дорожні події, маршрути та аналітичні дані. Окремо виділено адміністративний модуль, який забезпечує створення, редагування та модерацію дорожніх подій, що дозволяє оперативно впливати на результати маршрутизації.

Інтеграція із зовнішніми сервісами реалізована через Google Maps Platform, яка включає Maps JavaScript API (візуалізація карт), Directions API (побудова маршрутів), Places API (робота з об’єктами інфраструктури) та Traffic Layer (дані про трафік у реальному часі) [1]. Взаємодія між рівнями системи здійснюється через API-запити, що реалізує динамічне оновлення інформації та адаптацію маршрутів до змін дорожньої ситуації.

Таким чином, запропонована архітектура забезпечує модульність, масштабованість і відмовостійкість системи, а також підтримку інтелектуального аналізу дорожніх умов у режимі реального часу, що підвищує ефективність навігації та прийняття рішень користувачами [3, 4]. Запропонований підхід відрізняється від існуючих рішень урахуванням локальних дорожніх подій та їх інтеграцією в процес динамічної корекції маршрутів у реальному часі.

Висновки. У результаті дослідження розроблено програмне забезпечення для моніторингу завантаженості та аварійності дорожньої інфраструктури, яке інтегрує сучасні веб-технології, хмарні сервіси та геоінформаційні API. Запропоноване рішення підвищує ефективність навігації за рахунок урахування динамічних дорожніх умов, що дозволяє скоротити час пересування та мінімізувати вплив аварійних ситуацій на транспортні потоки. Практичне значення роботи полягає у можливості використання системи в інтелектуальних транспортних системах для підвищення ефективності управління дорожнім рухом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Google Maps Platform Documentation. – 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developers.google.com/maps
2. Firebase Documentation. – 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://firebase.google.com/docs
3. Srilakshmi V., Agnisha M. Predictive Smart Mobility Systems for Sustainable Urban Transportation // IJRASET. – 2024.
4. Konstantinidis C. et al. Data-driven Traffic Volume and Travel Time Estimation // IFAC. – 2024.

УДК 004.02

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ СПІЛКУВАННЯ ЗА АРХІТЕКТУРОЮ КЛІЄНТ-СЕРВЕР

Попатенко Ю.М., науковий керівник Недьошев М.В.

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій важливе місце займають системи обміну повідомленнями, які забезпечують швидку та ефективну комунікацію між користувачами. Зростання кількості користувачів мережі Інтернет, а також потреба у миттєвому обміні інформацією обумовлюють необхідність створення надійних програмних рішень, що працюють у режимі реального часу. Особливо актуальними є клієнт-серверні системи, які дозволяють централізовано обробляти запити, забезпечувати керування підключеннями та гарантувати доставку повідомлень.

На сьогодні існує значна кількість програмних продуктів для обміну повідомленнями, однак більшість з них характеризуються складною архітектурою, надлишковим функціоналом або високими вимогами до ресурсів. Крім того, багато систем не дозволяють гнучко змінювати логіку роботи або інтегрувати нові функції без значних змін у структурі програмного забезпечення. У зв’язку з цим актуальною є задача розробки спрощеного, але ефективного чат-додатку, який може слугувати основою для подальшого розширення функціональності.

Метою роботи є розробка клієнт-серверного програмного забезпечення, яке забезпечує обмін текстовими повідомленнями між користувачами у реальному часі з використанням сучасних засобів програмування.

Для досягнення поставленої мети було проведено аналіз існуючих підходів до побудови мережевих застосунків, визначено основні вимоги до системи та обрано відповідні технології реалізації. В якості архітектурного рішення використано клієнт-серверну модель, яка передбачає наявність центрального сервера для обробки запитів клієнтів та координації обміну даними між ними.

Серверна частина програмного забезпечення реалізована мовою C++ із використанням сокетів, що забезпечує низькорівневий контроль над мережевими з’єднаннями та високу продуктивність обробки запитів. Сервер виконує функції прийому підключень від клієнтів, обробки вхідних повідомлень, маршрутизації даних між користувачами, а також тимчасового зберігання інформації про активні сесії. Для забезпечення коректної роботи з декількома клієнтами використовується механізм обробки паралельних підключень.

Клієнтська частина реалізована з використанням фреймворку Qt, що дозволяє створити зручний та інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс користувача. Інтерфейс забезпечує можливість введення текстових повідомлень, їх відображення у вигляді діалогу, а також перегляд списку доступних контактів. Для передачі даних між клієнтом і сервером використовується текстовий формат повідомлень, що спрощує обробку та налагодження системи.

У процесі розробки було реалізовано механізм ідентифікації користувачів на основі введених електронних адрес. Це дозволяє формувати список контактів та встановлювати взаємодію між користувачами без необхідності створення складної системи реєстрації на початковому етапі. Сервер зберігає інформацію про підключених користувачів протягом сесії, що дає змогу організувати обмін повідомленнями між ними у режимі реального часу.

Важливим етапом розробки стало забезпечення ефективної взаємодії між клієнтською та серверною частинами системи. Для цього було реалізовано механізм обміну повідомленнями, який передбачає обробку запитів у режимі реального часу та їх коректну маршрутизацію між користувачами. Сервер виконує функцію центрального вузла, який приймає повідомлення від відправника, визначає отримувача та здійснює

передачу даних відповідному клієнту. Такий підхід дозволяє забезпечити узгодженість стану системи, актуальність списку підключених користувачів та стабільність обміну повідомленнями навіть при одночасній роботі декількох клієнтів.

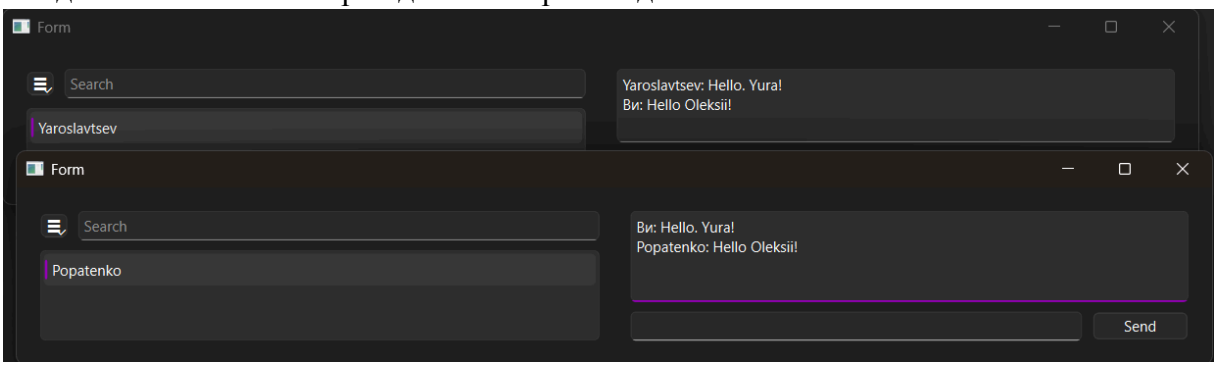


Рис. 1 Інтерфейс клієнтського чат-додатку

У результаті виконання роботи було створено програмний продукт, що забезпечує підключення декількох користувачів до сервера та обмін повідомленнями в режимі реального часу. Проведене тестування підтвердило коректність роботи системи, зокрема стабільність з'єднань, своєчасну доставку повідомлень і правильне відображення інформації в інтерфейсі користувача.

Основну увагу під час розробки було приділено реалізації серверної взаємодії між клієнтами. Забезпечено коректну обробку одночасних підключень, маршрутизацію повідомлень за ідентифікаторами користувачів (email) та підтримку актуального списку активних клієнтів у межах сесії. Це дозволило узгодити стан клієнтських застосунків і уникнути втрати повідомлень при паралельній роботі користувачів.

Окремо було визначено уніфікований формат повідомлень, що містить службову інформацію (тип, відправник, отримувач) і текст повідомлення. Така структура забезпечує універсальність обробки даних на сервері та спрощує подальше розширення функціональності системи.

З метою підвищення ефективності серверна частина реалізує швидкий доступ до активних користувачів і контроль стану з'єднань, що дозволяє оперативно виявляти розриви та оновлювати список підключень.

У клієнтській частині реалізовано зручний інтерфейс для роботи зі списком контактів і історією повідомлень. Обробка мережевих подій виконується асинхронно, що запобігає блокуванню інтерфейсу та забезпечує стабільну роботу навіть при нестабільному з'єднанні.

Додатково впроваджено базову обробку помилок мережевої взаємодії: у разі втрати з'єднання клієнт коректно відключається від сервера, а інформація про це оновлюється для інших користувачів.

Отримані результати підтверджують ефективність обраної архітектури клієнт-серверної системи та її придатність для подальшого розширення, зокрема впровадження автентифікації, збереження історії повідомлень і підтримки групових чатів та передачі файлів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Beej J. Guide to Network Programming [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://beej.us/guide/bgnet/
2. Qt Documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doc.qt.io/
3. Stevens W.R. UNIX Network Programming. – Prentice Hall, 2003.
4. Tanenbaum A. Computer Networks. – Pearson, 2011.

УДК 004.42:378.4:001.89

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ГУРТКІВ

Липницький Я.А., науковий керівник Мокрієв М.В.

Зростання обсягів студентської наукової діяльності зумовлює необхідність систематизованого обліку даних про гуртки, учасників, заходи та результати. Використання розрізнених засобів (електронні таблиці, локальні журнали) призводить до дублювання даних, порушення їх цілісності та ускладнення формування аналітичної звітності. Відсутність централізованої інформаційної системи обмежує можливості моніторингу активності студентів та прийняття управлінських рішень на рівні кафедр і факультетів. Отже, актуальним є впровадження системи, що забезпечує структурований облік, узгоджене зберігання та аналітичну обробку даних про діяльність наукових гуртків.

Об’єкт дослідження - процес обліку та аналізу діяльності студентських наукових гуртків у закладах вищої освіти.

Предмет дослідження - моделі даних, методи обробки та програмні механізми забезпечення цілісності й аналітики інформації про наукову діяльність студентів.

Мета дослідження - підвищення ефективності обліку та аналізу діяльності студентських наукових гуртків шляхом формалізації даних, централізації їх зберігання та застосування засобів аналітичної обробки.

Методи та інструменти. Інформаційна система реалізована за клієнт-серверною архітектурою з виділенням рівнів представлення, прикладної логіки та зберігання даних. Взаємодія між компонентами здійснюється через REST-інтерфейс із використанням протоколу HTTP. На рівні прикладної логіки реалізовано функціональні модулі обліку гуртків, управління учасниками, планування заходів, фіксації результатів наукової діяльності та формування аналітики. Модель даних побудована за реляційним підходом із дотриманням нормальних форм (до 3НФ), що забезпечує відсутність надлишковості та узгодженість даних. Цілісність підтримується за допомогою первинних і зовнішніх ключів, обмежень CHECK та тригерів. Для аналітичної обробки застосовано агрегатні запити та представлення, що дозволяють формувати звітність у реальному часі.

Результати дослідження. Побудована архітектура системи (рис. 1) відображає взаємодію клієнтського застосунку, веб-сервера, сервера прикладної логіки та сервера бази даних. Запропонована структура забезпечує розділення відповідальності між компонентами, що підвищує масштабованість і керованість системи.

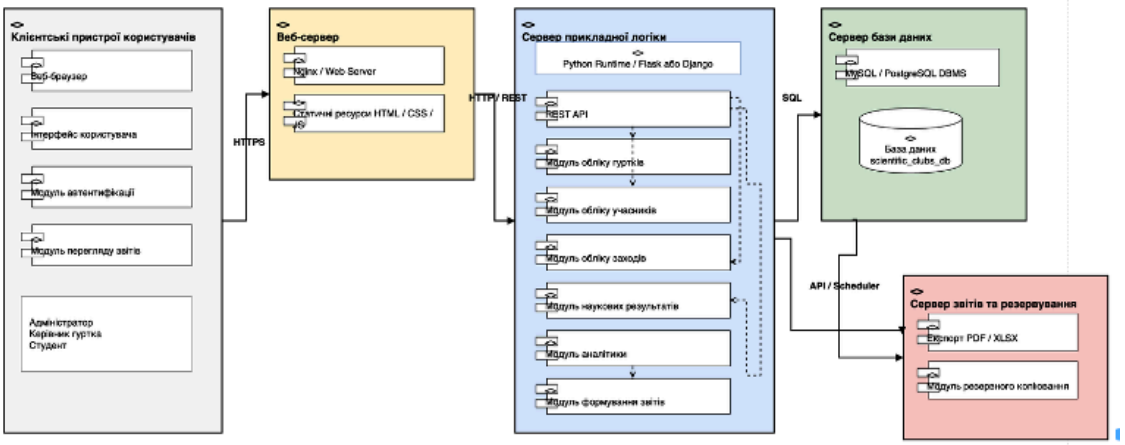


Рис. 1 Архітектура інформаційної системи обліку та аналізу діяльності студентських наукових гуртків

Розроблений інтерфейс користувача (рис. 2) забезпечує відображення ключових показників діяльності, включаючи кількість гуртків, учасників, заходів і наукових результатів. Використання табличних форм та аналітичних панелей дозволяє оперативно отримувати узагальнену інформацію та здійснювати контроль активності.

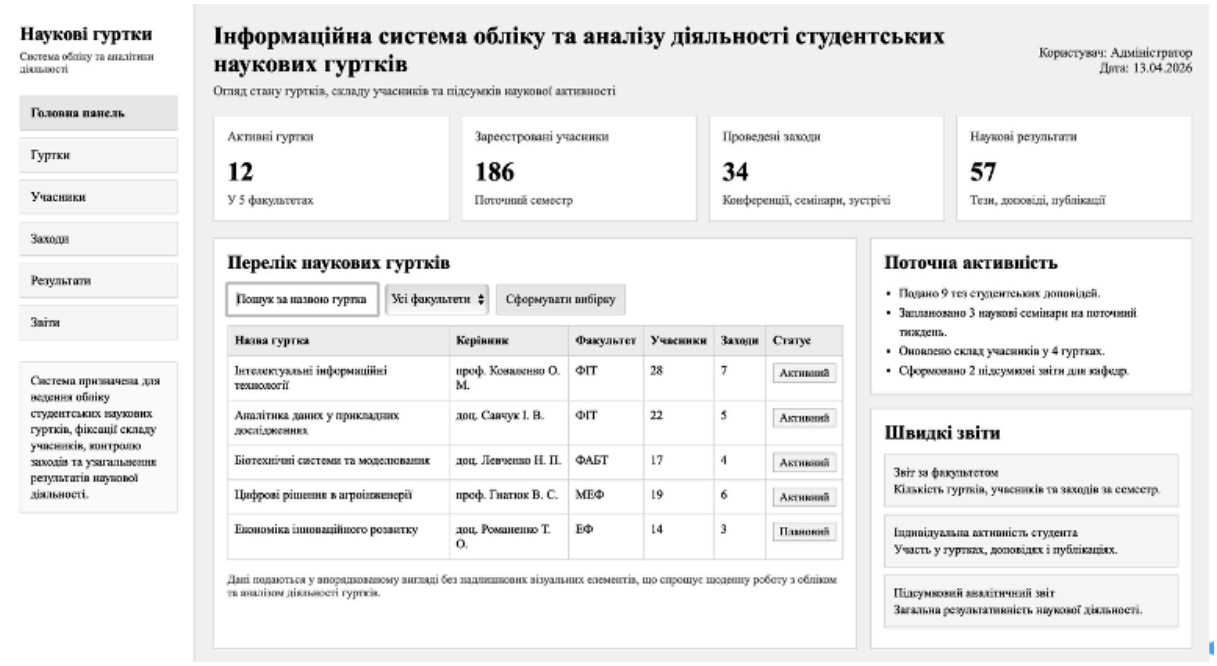


Рис. 2 Інтерфейс користувача системи

Експериментальна перевірка функціонування системи показала коректність виконання операцій додавання, оновлення та вибірки даних, а також стабільність формування звітів при зростанні обсягу інформації. Це підтверджує ефективність застосованої моделі даних і архітектурних рішень.

Висновки. У результаті дослідження сформовано модель інформаційної системи обліку та аналізу діяльності студентських наукових гуртків, що забезпечує цілісність, узгодженість і доступність даних. Використання реляційної моделі та модульної архітектури дозволяє ефективно обробляти інформацію та формувати аналітичні звіти. Запропоновані рішення можуть бути використані для автоматизації управління науковою діяльністю у закладах вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Laudon K. C., Laudon J. P. *Management information systems: managing the digital firm*. 15th ed. New York: Pearson, 2018. 640 p.
2. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. *Database system concepts*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2019. 1376 p.
3. Sommerville I. *Software engineering*. 10th ed. Boston: Pearson, 2016. 816 p.
4. Date C. J. *An introduction to database systems*. 8th ed. Boston: Addison-Wesley, 2024. 1024 p.
5. Elmasri R., Navathe S. B. *Fundamentals of database systems*. 7th ed. Boston: Pearson, 2017. 1272 p.
6. ISO/IEC 25010:2011. *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*. Geneva: ISO, 2011.
7. Microsoft. SQL Server documentation [Electronic resource]. Mode of access: https://learn.microsoft.com/sql(дата звернення: 20.04.2026).
8. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL documentation [Electronic resource]. Mode of access: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВІДСЛІДКОВУВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Бортніков Д.С., науковий керівник Бородкін Г.О.

Сучасний етап розвитку агропромислового комплексу характеризується активним впровадженням концепції «Smart Farming», що передбачає використання інформаційних технологій для прийняття управлінських рішень. Одним із критичних аспектів є необхідність безперервного моніторингу стану посівів та прогнозування їх розвитку залежно від кліматичних умов та агротехнічних заходів. Метою даної роботи є розробка програмної системи, що автоматизує процеси збору даних, аналізу динаміки росту та моделювання впливу зовнішніх факторів на сільськогосподарські культури.

Аналіз предметної області та архітектурні рішення. Для реалізації системи було обрано багатошарову архітектуру, що забезпечує гнучкість та масштабованість рішення. Основні рівні системи включають:

1. Рівень інтерфейсу користувача (UI Layer) - забезпечує візуалізацію даних, управління структурою полів та введення показників вимірювань.
2. Рівень бізнес-логіки (BLL) - містить алгоритми обробки даних, розрахунку вегетаційних індексів та математичну модель симуляції росту.
3. Рівень доступу до даних (DAL) - відповідає за взаємодію з реляційною базою даних MS SQL Server.
4. Рівень моделей (Domain) - спільні сутності, що описують об’єкти «Поле», «Секція», «Культура», «Вимірювання» та «Агрозахід».

Ключовою особливістю розробленої системи є логічний поділ полів на секції, що дозволяє застосовувати диференційований підхід до вирощування культур на різних ділянках одного масиву. Кожна секція прив’язана до конкретного типу клімату (помірно-континентальний, степовий, морський тощо), що дозволяє враховувати середньомісячні температурні норми та кількість опадів при симуляції.

Моделювання та симуляція процесів. Серцем системи є модуль щотижневої симуляції (SimulationService). Математична модель враховує наступні параметри:

- Вологість ґрунту: динамічно змінюється залежно від природних опадів, штучного поливу та випаровування, яке корелює з температурою навколишнього середовища.
- Поживні речовини (NPK): облік азоту, фосфору та калію здійснюється на основі їх споживання рослиною в активні фази росту та поповнення через агротехнічні заходи (удобрення).
- Динаміка росту: приріст висоти рослин моделюється як функція від температури та наявності достатньої кількості вологи й нутрієнтів.

Програмна реалізація симуляції використовує механізм транзакцій SQL для забезпечення цілісності даних при одночасному оновленні історії вимірювань та економічних показників (витрат на ресурси). Використання Unicode-кодування (NVARCHAR) дозволяє коректно зберігати та відображати назви кліматичних зон та культур на різних мовах.

Результати впровадження. Розроблений прототип дозволяє користувачеві в інтерактивному режимі відслідковувати зміни стану посівів. Система автоматично розраховує фінансові витрати на основі вартості використаних ресурсів (вода, добрива), що дає змогу оцінити економічну ефективність кожної ділянки. Завдяки інтеграції з базою даних, накопичена історія вимірювань дозволяє будувати графіки динаміки розвитку, що є основою для подальшого аналізу за допомогою методів машинного навчання.

Створене програмне забезпечення є комплексним інструментом для цифрового супроводу рослинництва. Реалізована модель симуляції дозволяє агрономам та власникам господарств проводити «цифрові експерименти», оцінюючи вплив різних сценаріїв поливу та удобрення на кінцевий результат. Подальший розвиток системи вбачається в інтеграції з датчиками інтернету речей (IoT) для автоматичного збору даних у режимі реального часу.

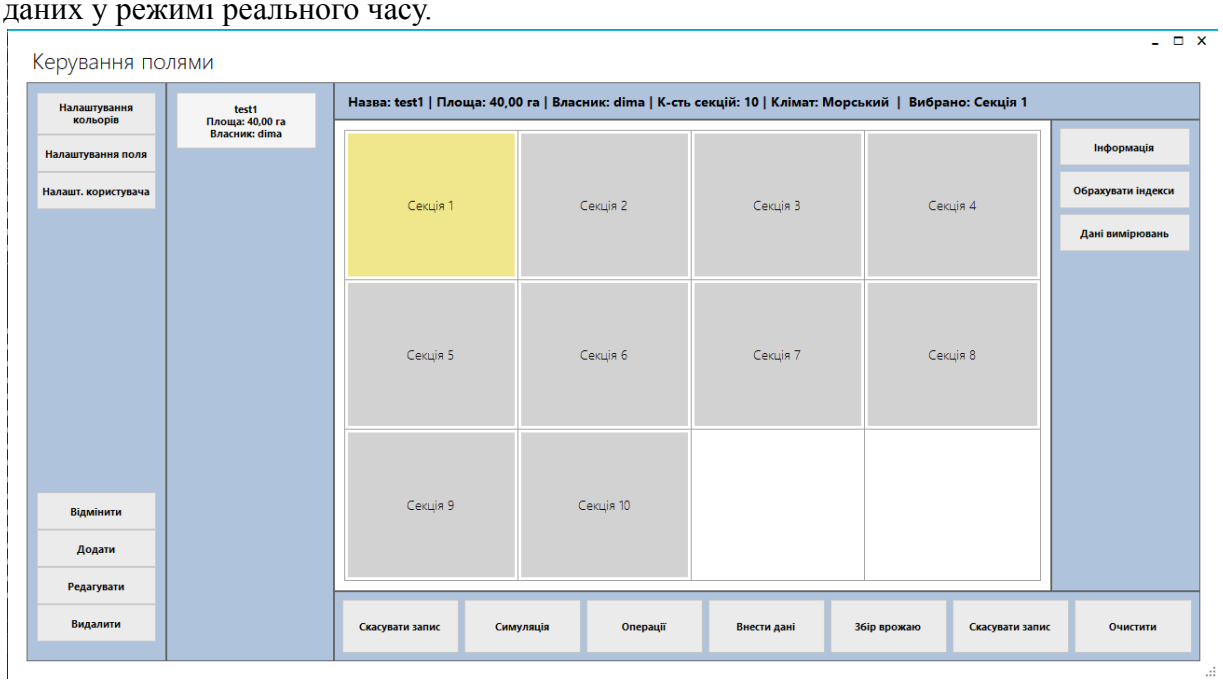


Рис. 1 Інтерфейс модуля управління секцією поля

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Палагін О. В. Проблеми та методи побудови інтелектуальних комп'ютерних систем для сільського господарства. Кібернетика та системний аналіз. 2021. Т. 57, № 3. С. 15-24.
2. Bai Y. Introduction to ADO.NET. SQL Server Database Programming with C#. Boca Raton, 2023. P. 57–103. URL: https://doi.org/10.1201/9781003319832-3.
3. MetroFramework - Документація до бібліотеки для WinForms [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://thielj.github.io/MetroFramework/

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ЗАМОВЛЕНЬ ПОСЛУГ ТАКСІ

Вірянська Д. В., науковий керівник Міловідов Ю.О.

Актуальність теми Розвиток ІТ докорінно змінює пасажирські перевезення, де швидкість обробки даних є критичною. Традиційні методи обліку вже не забезпечують належної оперативності, що зумовлює потребу у впровадженні спеціалізованих програмних рішень для оптимізації взаємодії диспетчера з водіями та покращення сервісу.

Мета роботи — розробка програмної системи для автоматизації обліку замовлень таксі, що забезпечить централізоване управління даними та контроль виконання поїздок.

Завдання проєкту:

У рамках реалізації проєкту були поставлені такі завдання:

1. Розробити структуру бази даних для зберігання інформації про замовлення та користувачів.
2. Реалізувати логіку обробки замовлень у системі.
3. Створити інтерфейс для роботи диспетчера та адміністратора.
4. Впровадити механізми ідентифікації користувачів.
5. Забезпечити функції редагування та контролю даних.
6. Реалізувати перевірку введеної інформації.
7. Відобразити структуру системи за допомогою діаграм.

Розробка виконана з використанням мови програмування C# та середовища Visual Studio. Інтерфейс користувача створено на основі технології Windows Forms. Для організації зберігання даних використано СУБД PostgreSQL. Логіка роботи системи побудована за принципом поділу функцій між рівнями доступу до даних, обробки та відображення інформації. База даних містить таблиці, що відповідають основним об’єктам предметної області: користувачам, водіям і замовленням.

Результати дослідження

У ході виконання роботи створено програмний продукт, який дозволяє:

- виконувати вхід до системи з перевіркою облікових даних;
- формувати нові замовлення із зазначенням параметрів поїздки;
- здійснювати розподіл замовлень між водіями;
- контролювати стан виконання замовлень;
- переглядати та редагувати інформацію у базі даних;
- зберігати історію виконаних операцій.

Перевірка працездатності показала, що система стабільно функціонує при різних сценаріях використання, включаючи обробку некоректних даних і зміну станів замовлень. На рис. 1, 2 та 3 зображено інтерфейс ІС головної сторінки, сторінка з активними поїздками та звітність по поїздкам.



Рис. 1 Головна сторінка ІС.

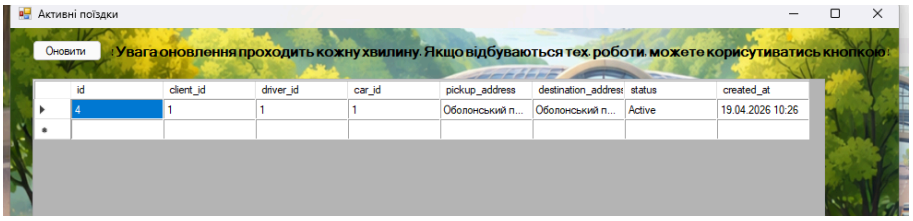


Рис. 2 Активні поїздки

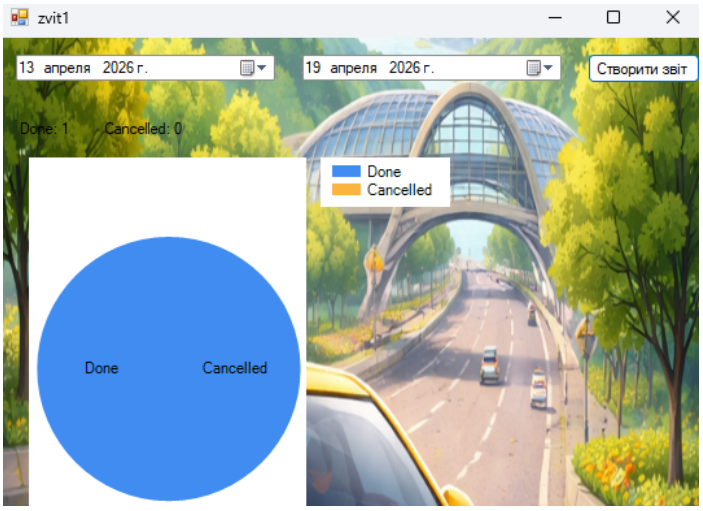


Рис. 3 Звітність по поїздкам

Висновки. У результаті виконаної роботи розроблено програмну систему, яка забезпечує автоматизацію процесів обліку та обробки замовлень у службі таксі. Її використання дозволяє зменшити навантаження на диспетчера, підвищити швидкість прийняття рішень та покращити якість обслуговування.

Подальший розвиток системи може включати розширення функціоналу за рахунок інтеграції з мобільними платформами та використання онлайн-сервісів для відстеження транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. PostgreSQL: Documentation — https://www.postgresql.org/docs/ (дата звернення: 25.04.2026).
2. Навчальний курс для .NET — https://learn.microsoft.com/uk-ua/training/dotnet/ (дата звернення: 25.04.2026).

УДК 004.9:658.7

РОЗРОБКА СИСТЕМИ БРОНЮВАННЯ АВТОМОБІЛІВ У СЕРВІСІ ПРОКАТУ

Білоножко Віктор Станіславович, науковий керівник Золотуха Р. А., PhD, старший викладач

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та зростання цифрової економіки суттєво трансформували сферу послуг, зокрема індустрію прокату автомобілів. Традиційні моделі прокату, що спиралися на офлайн-спілкування, паперову документацію та ручну координацію, поступово замінюються онлайн-платформами, які автоматизують основні бізнес-процеси. Ключовою проблемою залишається запобігання конфліктам бронювань — подвійному бронюванню або перекриттю періодів оренди, — а також забезпечення прозорої комунікації між постачальниками прокату та орендарями.

Метою роботи є розробка веб-системи бронювання автомобілів для служби прокату, яка дозволяє постачальникам публікувати оголошення про транспортні засоби, а орендарям — здійснювати пошук і подавати заявки на оренду через інтуїтивно зрозумілий та безпечний інтерфейс. Для досягнення мети вирішено такі завдання: аналіз існуючих онлайн-платформ прокату та їх обмежень; визначення функціональних і нефункціональних вимог; проектування архітектури системи та структури бази даних; реалізація ключових функціональних модулів; тестування системи.

Центральним технічним завданням є забезпечення актуальності інформації про доступність транспортних засобів та синхронізація з запитами на бронювання. Система реалізує чіткий життєвий цикл заявки: орендар вказує бажані дати оренди — заявка зберігається зі статусом «очікує» — орендодавець переглядає деталі і підтверджує або відхиляє запит — статус оголошення оновлюється відповідно. Кожна зміна статусу реєструється в базі даних, що забезпечує відстежуваність операцій протягом усього їх життєвого циклу. Для зберігання повідомлень між учасниками реалізовано таблицю Message, кожен запис якої прив'язаний до конкретної заявки через поле rentalRequestId.

Система реалізована за багаторівневою архітектурою, що розділяє рівні представлення, бізнес-логіки та доступу до даних. Серверна частина побудована на PHP з фреймворком Symfony, що забезпечує маршрутизацію, безпеку та інтеграцію з базою даних через ORM Doctrine. Реляційна база даних MySQL містить таблиці User, Listing, ListingImages, RentalRequest та Message з зовнішніми ключами та обмеженнями цілісності між ними. Клієнтська частина реалізована засобами HTML, CSS, JavaScript та Bootstrap 5; для контейнеризації середовища розробки і розгортання використано Docker.

На відміну від великих агрегаторів, таких як Rentalcars.com та Avis, що орієнтовані переважно на великі прокатні компанії та не завжди забезпечують гнучкі механізми фільтрації чи інтегровані інструменти комунікації, розроблена система поєднує в єдиному середовищі управління оголошеннями, обробку заявок на оренду та вбудований чат, прив'язаний до конкретної заявки. Це забезпечує прямий контакт між орендарем і орендодавцем без посередників і зберігає всю кореспонденцію в контексті конкретної транзакції оренди.

У ході тестування системи перевірено такі сценарії: авторизація користувача; перегляд списку оголошень та пошук за ключовими словами; відкриття інтерактивної карти; створення оголошення із заповненням даних про автомобіль та завантаженням фотографій; перегляд детальної сторінки оголошення; оформлення заявки на оренду із

вказанням періоду дат; перегляд списку заявок орендодавцем та підтвердження або відхилення бронювання через сторінку обговорення з чатом. У всіх перевірених сценаріях система продемонструвала очікувану поведінку. Результати роботи можуть слугувати основою для подальшого розширення — інтеграції платіжного шлюзу, геолокаційного пошуку та системи оцінок користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kouo G., Peng Y., Wang G. Online car rental platforms: business analysis and service optimization // International Journal of Information Management. — 2019. — Vol. 45. — P. 198–210.
2. Bi Y., Chen H. Car rental services: trends, business models and consumer preferences // Journal of Transport and Logistics. — 2020. — Vol. 12, No. 2. — P. 45–61.
3. Sommerville I. Software Engineering. 10th ed. — Boston: Pearson, 2016. — 816 p.
4. Pressman R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 8th ed. — New York: McGraw-Hill, 2019. — 976 p.
5. Symfony Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://symfony.com/doc/current/index.html
6. MySQL Reference Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dev.mysql.com/doc/

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ

Максимець О. В., науковий керівник Смолій В. М.

У сучасних умовах розвитку електроніки питання надійності та ефективності роботи електронних пристроїв набуває особливого значення. Електронні системи широко застосовуються в різних сферах діяльності — від побутових пристроїв до складних промислових і автоматизованих комплексів, що функціонують у змінних та часто несприятливих умовах середовища [1].

Одним із ключових факторів, що впливають на роботу таких систем, є умови експлуатації. До них належать температура, вологість, вібраційні навантаження, напруга живлення та інші параметри, які змінюються в процесі роботи пристрою. Вплив цих факторів може призводити до поступового зниження надійності компонентів, збільшення ймовірності відмов та загального погіршення характеристик системи.

Традиційні методи оцінки надійності передбачають проведення фізичних експериментів або використання математичних моделей. Проте такі підходи не завжди забезпечують швидку та гнучку оцінку поведінки системи в різних умовах. У зв’язку з цим актуальним є створення інформаційних систем, що дозволяють виконувати моделювання впливу умов експлуатації в інтерактивному режимі.

Запропонована інформаційна система орієнтована на вирішення цієї задачі. Вона забезпечує симуляцію впливу зовнішніх факторів на електронні компоненти та дозволяє оцінювати їхню надійність у часі. Основою системи є представлення електронної структури у вигляді графа, де вузли відповідають компонентам, а зв’язки — їх взаємодії, що є типовим підходом у сучасній електроніці [2].



Рис.1 Інтерфейс користувача

Користувач має можливість створювати власні конфігурації систем, додаючи різні типи компонентів, такі як джерела живлення, резистори, конденсатори, двигуни, сенсори та інші елементи. Кожен компонент описується набором параметрів, що визначають його поведінку під час роботи, що дозволяє більш точно враховувати особливості реальних електронних пристроїв.

Особливістю системи є врахування умов експлуатації при виконанні розрахунків. Параметри середовища задаються користувачем і безпосередньо впливають на результати моделювання. Це дозволяє досліджувати вплив температури, вологості та інших факторів на стабільність роботи системи.

У процесі симуляції виконуються обчислення показників надійності для кожного компонента окремо, а також для системи в цілому. Для цього використовуються алгоритми, реалізовані засобами мови програмування Python, що забезпечує гнучкість і розширюваність програмної системи [3].

Отримані результати дозволяють виявити слабкі місця у структурі системи та визначити компоненти, які найбільше піддаються впливу зовнішніх факторів. Результати моделювання можуть бути представлені у вигляді звітів та графічних залежностей, що відображають зміну параметрів у часі, що спрощує аналіз даних.

Реалізація системи виконана з використанням мови програмування Python. Для зберігання даних застосовується база даних SQLite, що забезпечує простоту інтеграції та ефективну роботу з інформацією [4]. Додатково передбачено можливість експорту та імпорту даних у форматі JSON, що дозволяє зручно зберігати результати роботи та переносити їх між різними середовищами.

Окрему увагу приділено розробці інтерфейсу користувача *рис.1*, який забезпечує зручну взаємодію з системою. Інтерфейс дозволяє додавати та редагувати компоненти, створювати зв’язки між ними, запускати симуляцію та переглядати результати у наочній формі, використовуючи можливості фреймворку Kivy [5].

Таким чином, розроблена інформаційна система є ефективним інструментом для дослідження впливу умов експлуатації на електронні пристрої. Вона може бути використана як у навчальних цілях, так і для попереднього аналізу реальних систем. Подальший розвиток системи передбачає розширення функціональності, удосконалення моделей розрахунку та інтеграцію додаткових методів аналізу даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice. – Springer, 2013. – Режим доступу: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-03792-8
2. Horowitz P., Hill W. The Art of Electronics. – Cambridge University Press, 2015. – Режим доступу: https://www.cambridge.org/core/books/art-of-electronics/
3. Python Software Foundation. Python Documentation. – Режим доступу: https://docs.python.org/3/
4. SQLite Documentation. – Режим доступу: https://www.sqlite.org/docs.html
5. Kivy Framework Documentation. – Режим доступу: https://kivy.org/doc/stable/

УДК 004.42

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Очеретянко В.В., науковий керівник Віннічук Д.О.

У сучасному освітньому та науковому середовищі існує потреба у зручних інструментах для цифрового запису математичних виразів. Традиційний підхід — використання клавіатурних команд LaTeX або складних графічних редакторів — вимагає значного часу та спеціальних знань. Запропонований застосунок ZenDraw усуває цю проблему, дозволяючи користувачеві намалювати математичний символ від руки, після чого система автоматично розпізнає його та вбудовує у структурований вираз.

Метою роботи є розробка крос-платформного мобільного та десктопного застосунку для інтерактивного рукописного введення математичних символів з їх автоматичним розпізнаванням та структурованим відображенням у вигляді математичних виразів.

Застосунок реалізовано на базі фреймворку Kivy[1], що забезпечує сумісність з операційними системами Windows, Linux, macOS та Android. Графічний інтерфейс побудовано у стилі «нейбруталіст» та включає полотно для малювання, плаваючу кнопку дій (FAB) і панель налаштувань. Система координат полотна підтримує два простори: екранний (Kivy, вісь Y направлена вгору) і світовий (вісь Y направлена вниз), між якими виконується точне перетворення для коректного позиціювання символів.

Ключовим компонентом є модуль розпізнавання символів — власна реалізація згорткової нейронної мережі SymbolCNN[2] на базі бібліотеки NumPy[3] без використання PyTorch або ONNX-рантайму. Архітектура мережі містить чотири згорткові блоки (Conv2d + BatchNorm2d + ReLU + MaxPool2d) та два повнозв'язні шари, що класифікують 32×32-пікселеве зображення символу серед сотень математичних класів. Ваги мережі зберігаються у форматі .npz і завантажуються під час ініціалізації. Відсутність зовнішніх ML-залежностей дозволяє запускати застосунок безпосередньо на Android-пристроях засобами buildozer.

Попередня обробка зображення виконується модулем image_processor.py — власною реалізацією підмножини Pillow[4] на чистому Python. Вона включає конвертацію кольорового простору (RGB → L), морфологічну ерозію (MinFilter), обрізання по межовому прямокутнику з відступами та бінаризацію. Підготовлене 32×32 зображення нормалізується (mean=0.5, std=0.5) і подається на вхід нейронної мережі.

Після розпізнавання символ передається до модуля layout_engine.py, який реалізує математичну розмітку виразу через систему слотів: RIGHT (горизонтальне продовження), SUPER (верхній індекс), SUB (нижній індекс), NUMER/DENOM (чисельник і знаменник дробу), RADICAND (вираз під коренем) та LIMIT_UP/LIMIT_DOWN (межі великих операторів). Кожен слот має прямокутну зону притягнення, і новий символ автоматично приєднується до найближчого відповідного слота або створює нове незалежне дерево. Рушій підтримує рефлоу ланцюга RIGHT, масштабування дужок, відображення дробових рис та вінкулуму кореня.

Застосунок підтримує багаторівневе скасування/повторення дій (undo/redo) через SQLite-базу даних[5] (history_db.py): стан виразу серіалізується у JSON і зберігається у таблиці history. На настільних системах керування здійснюється клавіатурними скороченнями Ctrl+Z/Ctrl+Y та пробілом для розпізнавання; на мобільних — жестами (двопальцеве пан/зум, тупальцевий свайп для undo/redo). Підтримується збереження та відновлення сесій у форматі JSON.

Практичну ефективність системи ілюструє рис. 1: користувач малює рукописну цифру «2» поруч із символом R; система розпізнає її та автоматично розміщує як

верхній індекс (степінь) завдяки механізму слота SUPER, формуючи вираз R^2. Це демонструє коректну роботу як модуля комп'ютерного зору (розпізнавання символу серед сотень класів), так і модуля структурування виразу (автоматичне визначення контексту розміщення).

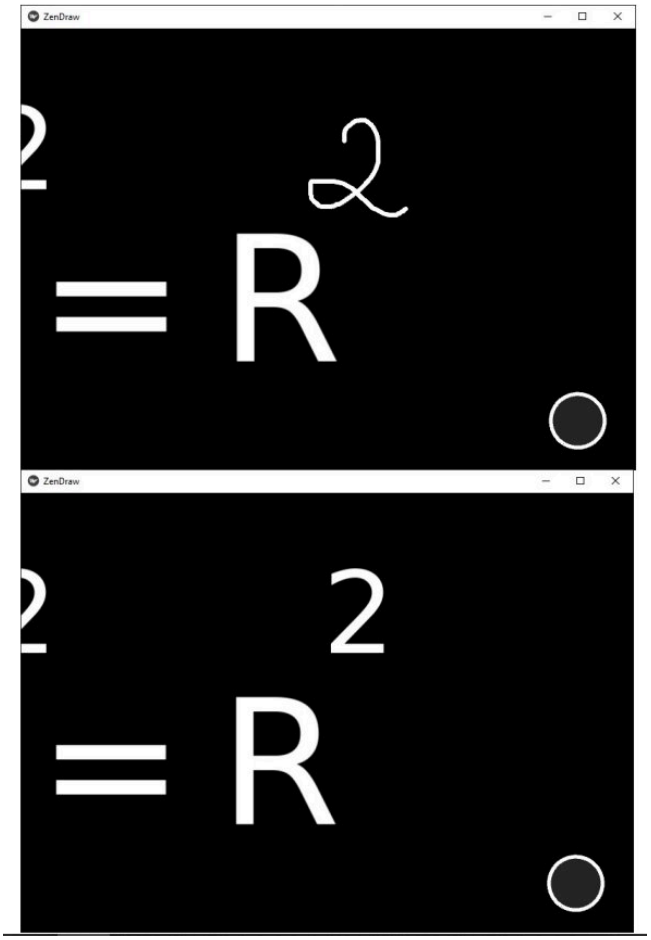


Рис. 1 Розпізнавання рукописного символу та автоматичне формування степеня (R^2) у застосунку ZenDraw

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kivy — Open source Python framework for rapid development of applications [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://kivy.org/
2. Lecun Y. et al. Gradient-based learning applied to document recognition [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://ieeexplore.ieee.org/document/726791
3. Harris C.R. et al. Array programming with NumPy [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.nature.com/articles/s41586-020-2649-2
4. Clark A. Pillow (PIL Fork) Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://pillow.readthedocs.io/
5. SQLite Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.sqlite.org/docs.html

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ КАРДІОСИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Гордашевський В. В., науковий керівник Віннічук Д.О.

Серцево-судинні захворювання залишаються однією з головних причин смертності у світі, тому своєчасна діагностика патологічних станів серця є важливою задачею сучасної медицини. Одним із найбільш поширених та доступних методів обстеження є електрокардіографія. Електрокардіограма дає змогу оцінити функціональний стан серця, виявити ознаки інфаркту міокарда, порушення провідності, гіпертрофію та інші відхилення. Водночас ручний аналіз ЕКГ потребує часу, спеціальної кваліфікації та може ускладнюватися при великій кількості пацієнтів. У зв'язку з цим актуальним є створення програмних систем, які автоматизують аналіз кардіосигналів і допомагають у прийнятті попередніх діагностичних рішень.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для аналізу кардіосигналів на основі згорткових нейронних мереж, яке забезпечує автоматичну класифікацію електрокардіографічних сигналів, відображення результатів у зручному графічному інтерфейсі, збереження інформації в базі даних та формування звітно-статистичних відомостей.

У роботі використано підхід, заснований на методах глибокого навчання. Для класифікації кардіосигналів застосовано модель типу CNN-LSTM[1], яка поєднує переваги згорткових шарів для виділення локальних ознак сигналу та рекурентних елементів для врахування часової структури електрокардіограми. Така архітектура є доцільною для обробки ЕКГ, оскільки електрокардіографічний сигнал має як характерні локальні фрагменти, так і часові залежності між ними. Для навчання та тестування системи використано набір даних PTB-XL[2], який містить багатовідведені записи ЕКГ та діагностичні мітки.

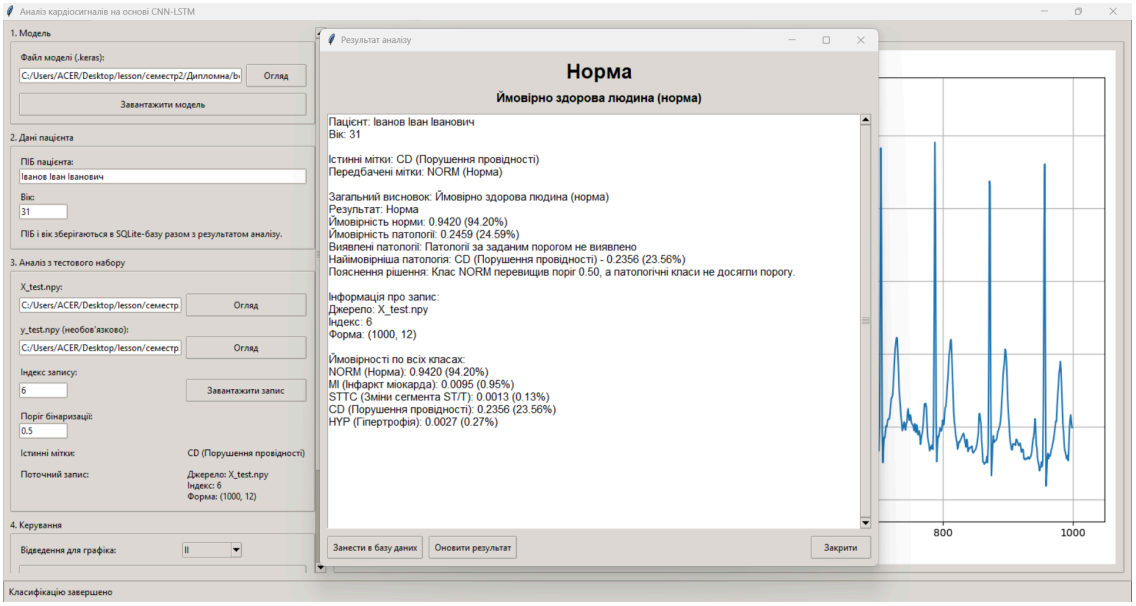


Рис. 1 Вікно результату аналізу кардіосигналу

У програмній системі реалізовано етап попередньої обробки даних, який включає завантаження сигналів, формування навчальної, валідаційної та тестової вибірок, нормалізацію значень і підготовку масивів для подальшого навчання моделі. У результаті формується набір даних, придатний для подання на вхід нейронної мережі[3]. Навчена модель дозволяє відносити сигнал до одного або кількох діагностичних класів, серед яких: норма, інфаркт міокарда, зміни сегмента ST/T, порушення провідності та гіпертрофія.

Окрему увагу приділено практичній складовій розробки. На основі мови програмування Python створено настільний застосунок із графічним інтерфейсом користувача. Інтерфейс забезпечує завантаження моделі, вибір тестового запису, побудову графіка ЕКГ[4], відображення результату класифікації та загального висновку щодо стану пацієнта. У системі реалізовано представлення результату у зрозумілому для користувача вигляді: показується, чи є сигнал нормальним, чи виявлено патологію, а також визначається найімовірніший патологічний клас і рівень ймовірності.

Для збереження результатів аналізу використано локальну базу даних SQLite[5]. У базі зберігаються дані пацієнта, вік, результат класифікації, визначена патологія, імовірність норми та патології, а також дата проведення аналізу. Це дає змогу накопичувати результати та використовувати їх повторно. Крім того, у програмі реалізовано окреме вікно перегляду бази даних, де користувач може переглядати всі збережені записи.

Практична цінність розробленої системи полягає також у наявності модуля звітно-статистичної інформації. На основі даних, що зберігаються в SQLite, система формує узагальнені показники: загальну кількість аналізів, кількість результатів із висновками «Норма» та «Патологія», розподіл виявлених патологій за типами, а також кількість аналізів по окремих пацієнтах. Передбачено можливість експорту звітних даних у формат CSV, що спрощує подальше використання результатів у табличних редакторах.

У ході розробки також було реалізовано інсталяційний пакет системи. Програму можна запускати як безпосередньо з Python-середовища, так і у вигляді встановленого настільного застосунку. Це підвищує зручність використання системи та робить її придатною для демонстрації, тестування й подальшого розвитку.

Отже, у роботі створено програмне забезпечення для аналізу кардіосигналів на основі згорткових нейронних мереж, яке поєднує модулі попередньої обробки ЕКГ, класифікації, візуалізації результатів, збереження інформації в базі даних та формування звітно-статистичних даних. Отриманий результат може бути використаний як основа для подальшого вдосконалення систем підтримки медичних рішень у задачах аналізу електрокардіограм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Keras: The high-level API for TensorFlow : офіційна документація TensorFlow. [https://www.tensorflow.org/guide/keras].
2. Wagner P., Strodthoff N., Bousseljot R.-D., Samek W., Schaeffter T. PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset // *Scientific Data*. 2020. Vol. 7. [https://www.nature.com/articles/s41597-020-0495-6.pdf].
3. NumPy Documentation : офіційна документація бібліотеки NumPy. [https://numpy.org/doc/].
4. Matplotlib Documentation : офіційна документація бібліотеки Matplotlib. [https://matplotlib.org/stable/index.html].
5. SQLite Documentation : офіційна документація SQLite. [https://sqlite.org/docs.html].

УДК 004.8:37.091

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ У ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Стеценко Б.О., Стеценко В.О., науковий керівник Глазунова О.Г., доктор педагогічних наук, професор

Сучасна освіта стикається з проблемою масштабованої персоналізації, адже студенти мають різний темп навчання, індивідуальні стилі сприйняття та відмінний рівень підготовки, тоді як традиційні системи управління навчанням здебільшого обмежуються статичним контентом і уніфікованим тестуванням. Великі мовні моделі, побудовані на архітектурі Transformer із механізмом self-attention (механізмом уваги) та навчені на великих текстових корпусах, відкривають нові можливості для створення адаптивних освітніх середовищ, які здатні в реальному часі формувати пояснення, підтримувати природний діалог і виконувати автоматизоване оцінювання, що робить їх ключовим елементом інтелектуальних навчальних систем нового покоління [1].

Техніка Retrieval-Augmented Generation RAG підвищує точність і релевантність відповідей, інтегруючи зовнішню базу знань у процес генерації, система виконує векторний пошук, витягує релевантні фрагменти й передає їх моделі разом із запитом, що дозволяє формувати відповіді на основі перевірених джерел, а не лише передтренованих параметрів [2], у такій LLM-орієнтованій персоналізованій навчальній системі поєднуються два вхідні потоки база знань через RAG і профіль здобувача освіти через prompt-конструктор, які надходять до LLM-ядра, що генерує контент у режимах тьютора, створення завдань та автоматичного оцінювання, а результати взаємодії оновлюють профіль здобувача освіти, забезпечуючи безперервну адаптацію системи.

Для адаптації попередньо навченої моделі до конкретної предметної галузі широко застосовується метод Parameter-Efficient Fine-Tuning (PEFT), зокрема технологія LoRA (Low-Rank Adaptation). Вона дозволяє донавчати лише незначну частку параметрів моделі, що суттєво знижує обчислювальні витрати без помітної втрати якості. Це робить впровадження великих мовних моделей у навчальні системи практично доступним навіть для закладів з обмеженою інфраструктурою [3].

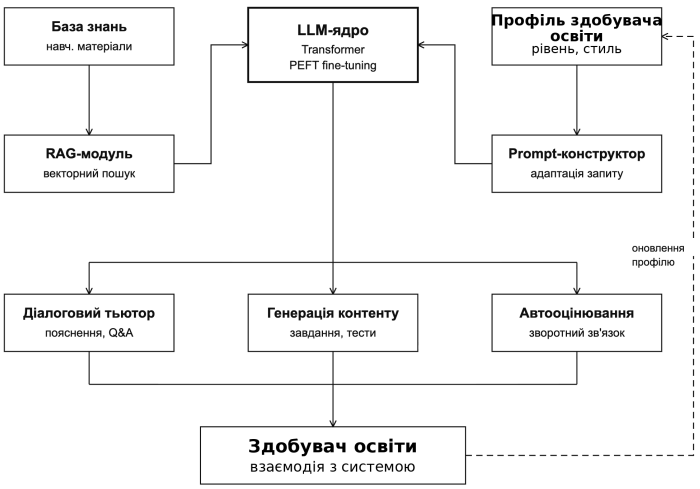


Рис. 1 Архітектура LLM-орієнтованої персоналізованої навчальної системи

Для адаптації попередньо навченої моделі до конкретної предметної галузі широко застосовується метод Parameter-Efficient Fine-Tuning (PEFT), зокрема технологія LoRA (Low-Rank Adaptation). Вона дозволяє донавчати лише незначну частку параметрів моделі, що суттєво знижує обчислювальні витрати без помітної

втрати якості. Це робить впровадження великих мовних моделей у навчальні системи практично доступним навіть для закладів з обмеженою інфраструктурою [3].

Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка мультиагентних навчальних середовищ, де спеціалізовані LLM-агенти виконують диференційовані ролі тьютора, екзаменатора та фасилітатора групової роботи. Інтеграція таких систем із поширеними платформами управління навчанням відкриває реальний шлях до масштабованої персоналізованої освіти у вітчизняних закладах вищої школи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., … Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103,* Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274
2. Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems, 33,* 9459–9474. https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401
3. Hu, E. J., Shen, Y., Wallis, P., Allen-Zhu, Z., Li, Y., Wang, S., Wang, L., & Chen, W. (2021). LoRA: Low-rank adaptation of large language models. *arXiv* preprint arXiv:2106.09685. https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.09685

УДК 004.42

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАМПУСУ ЗВО

Скрипник М.О., науковий керівник Понзель Я.Ю.

Постановка проблеми та її актуальність. Орієнтування на території великих університетських комплексів, таких як НУБіП України, часто ускладнюється через територіальну розгалуженість корпусів. Традиційні методи (паперові карти, вказівники) не дозволяють оперативно знайти потрібну локацію в умовах обмеженого часу між заняттями. Виникає необхідність у створенні інструменту, який би поєднував у собі актуальну базу даних об'єктів з інтерактивною системою навігації.

Архітектурні особливості та інструментарій розробки. Для забезпечення високого рівня кросплатформеності та продуктивності системи було обрано сучасний технологічний стек, орієнтований на масштабованість та роботу в реальному часі. Інтерфейсна логіка додатка реалізована за допомогою фреймворку React Native із використанням інструментарію Expo SDK, що дозволяє забезпечити стабільне функціонування програмного продукту на операційних системах iOS та Android на основі єдиної кодової бази. Як серверну інфраструктуру (BaaS) обрано платформу Supabase, де на базі реляційної бази даних PostgreSQL організовано збереження та аналітичну обробку геоданих. Важливим аспектом архітектури є реалізація синхронізації через протокол реального часу (WebSockets), що гарантує миттєве оновлення інформації на пристроях користувачів при зміні даних у центральному сховищі.

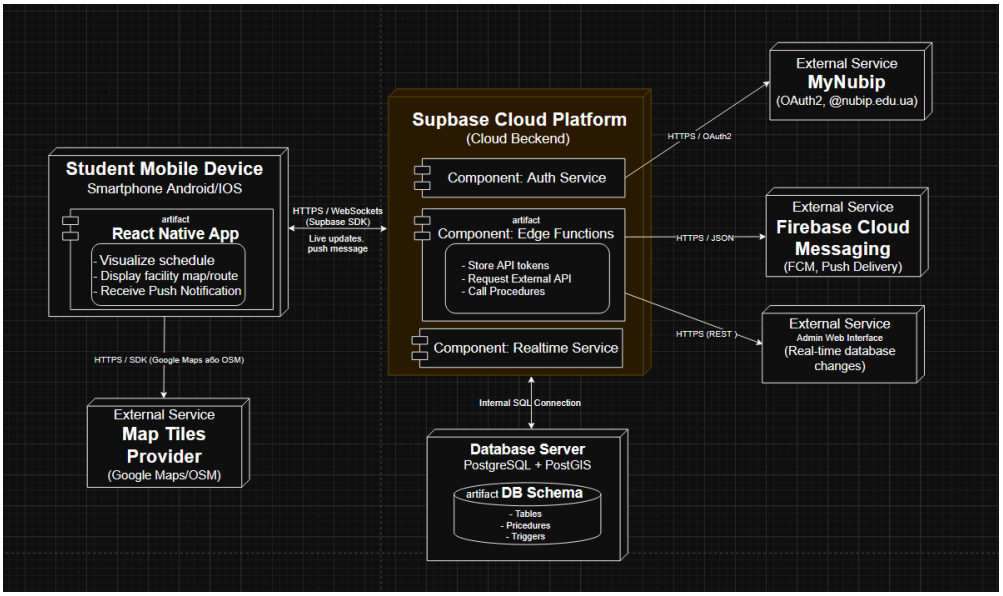


Рис. 1 Діаграма архітектури

Технічна реалізація навігаційного модуля. В основі функціонування підсистеми лежить алгоритмічна обробка масивів географічних координат, що включають широту та довготу кожного об’єкта університетського кампусу. Реалізована система фільтрації та пошуку базується на алгоритмі, що дозволяє здійснювати класифікацію об’єктів за їхнім функціональним типом, зокрема розрізняти навчальні корпуси та студентські гуртожитки, а також сортувати їх відповідно до територіальної приналежності до ключових локацій кампусу, таких як вулиці Героїв Оборони чи Здановської. Для забезпечення актуальності інформації було розроблено модуль керування контентом із розширеним інтерфейсом адміністратора, який надає можливість виконувати повний цикл операцій із даними: додавання нових точок,

редагування адрес та детальне коригування координат безпосередньо через мобільний додаток.

Цифровізація навчальної логістики та інформаційна підтримка студента. Практична цінність підсистеми полягає у створенні єдиного цифрового вікна для доступу до навчальної інфраструктури університету, що безпосередньо впливає на організацію повсякденного освітнього процесу. Інтегрований модуль навігації забезпечує ефективний пошук навчальних аудиторій, кафедр та лабораторій, що територіально розпорошені між різними корпусами кампусу. Завдяки використанню гнучкої структури бази даних на платформі Supabase, система відображає не лише географічне розташування об'єктів, а й необхідну контекстну інформацію: точні адреси, приналежність приміщень до конкретних факультетів чи інститутів та їхнє функціональне призначення. Такий підхід трансформує мобільний додаток у надійний інструмент інформаційної підтримки, який оптимізує щоденну логістику студента та сприяє швидкій адаптації до умов великого закладу вищої освіти без потреби використання сторонніх картографічних сервісів, які часто не мають деталізації внутрішньої території кампусу.

Висновки. Підсистема навігації вирішує проблему логістичної складності та дезорієнтації студентів у межах розгалуженої інфраструктури університету. Головною перевагою рішення є цифровізація доступу до бази навчальних об’єктів, що забезпечує швидкий пошук потрібних аудиторій та кафедр, мінімізуючи часові витрати між заняттями. Використання хмарної платформи Supabase гарантує високу швидкість обміну даними та надійність функціонування сервісів за умови мінімального споживання ресурсів мобільних пристроїв. Впроваджений інструментарій адміністрування дозволяє підтримувати актуальність інформаційного середовища в режимі реального часу, що робить додаток ефективним засобом адаптації студентів до умов сучасного кампусу та підвищує загальний рівень цифрової доступності навчального простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. React Native: Learn once, write anywhere. URL: https://reactnative.dev/docs/getting-started
2. Supabase Documentation: Realtime and Database Design. URL: https://supabase.com/docs
3. План-схема розташування навчальних корпусів та гуртожитків НУБіП України. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u388/plan-shema_0_0.pdf

УДК 004.774+004.415.2

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ PROGRESSIVE WEB APP ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОДНОСТОРІНКОВИХ ФІТНЕС-ДОДАТКІВ

Правдивець В.Е., науковий керівник Голуб Б.Л.

Зростання попиту на персональний облік здоров'я та харчування зумовлює розробку веб-додатків, які мають задовольняти вимоги мобільних користувачів щодо швидкодії, доступності в офлайн-режимі та нативно-подібного досвіду. Односторінкові застосунки (SPA) на базі React забезпечують реактивний UI, проте без додаткової оптимізації можуть демонструвати тривалий час першого завантаження та критичну залежність від з'єднання з мережею. Технологія Progressive Web App (PWA) вирішує ці проблеми шляхом кешування ресурсів через Service Worker і надання можливості встановлення на пристрій без магазину застосунків.

Мета роботи — дослідити методи перетворення React-SPA у PWA та оцінити їх вплив на ключові метрики продуктивності фітнес-орієнтованих веб-додатків.

PWA базується на трьох складових: маніфесті застосунку (Web App Manifest), Service Worker та протоколі HTTPS. Маніфест визначає назву, іконки, стартовий URL та режим відображення (standalone), що дозволяє браузеру встановити додаток на домашній екран. Service Worker — це JavaScript-скрипт, що виконується у фоновому потоці окремо від основного JS-рушія і перехоплює мережеві запити. Для React-проєктів, зібраних Vite, інтеграція реалізується через плагін vite-plugin-pwa, що автоматично генерує Service Worker та маніфест.

Ключовим рішенням при впровадженні PWA є вибір стратегії кешування для різних типів ресурсів. У табл. 1 наведено рекомендовану матрицю стратегій для фітнес-додатку.

Тип ресурсу	Стратегія	Пояснення
JS/CSS бандли (Vite)	Cache First	Хешовані імена → безстрокове кешування
REST API (дані харчування)	Network First	Актуальні дані; fallback на кеш при офлайн
Зображення / іконки	Stale While Revalidate	Швидка відповідь + фонове оновлення
HTML (index.html)	Network First	Гарантує актуальну версію SPA-shell

Табл. 1 Матриця стратегій кешування PWA для фітнес-додатку

Для оцінки ефективності застосовано інструмент Google Lighthouse, що вимірює метрики Core Web Vitals: LCP (Largest Contentful Paint), FID/INP (Interaction to Next Paint), CLS (Cumulative Layout Shift), а також FCP (First Contentful Paint) та TTI (Time to Interactive). Тестування проводилось у режимі емуляції мобільного пристрою (Moto G Power) на мережі 4G. Порівнювались дві конфігурації: базовий React-SPA (Vite) та той самий застосунок із PWA-розширенням (Service Worker + маніфест).

Результати аудиту наведено на рис. 1: додаток отримав оцінку Performance 91/100 при FCP 2.5 с, LCP 2.5 с, TBT 190 мс та CLS 0.

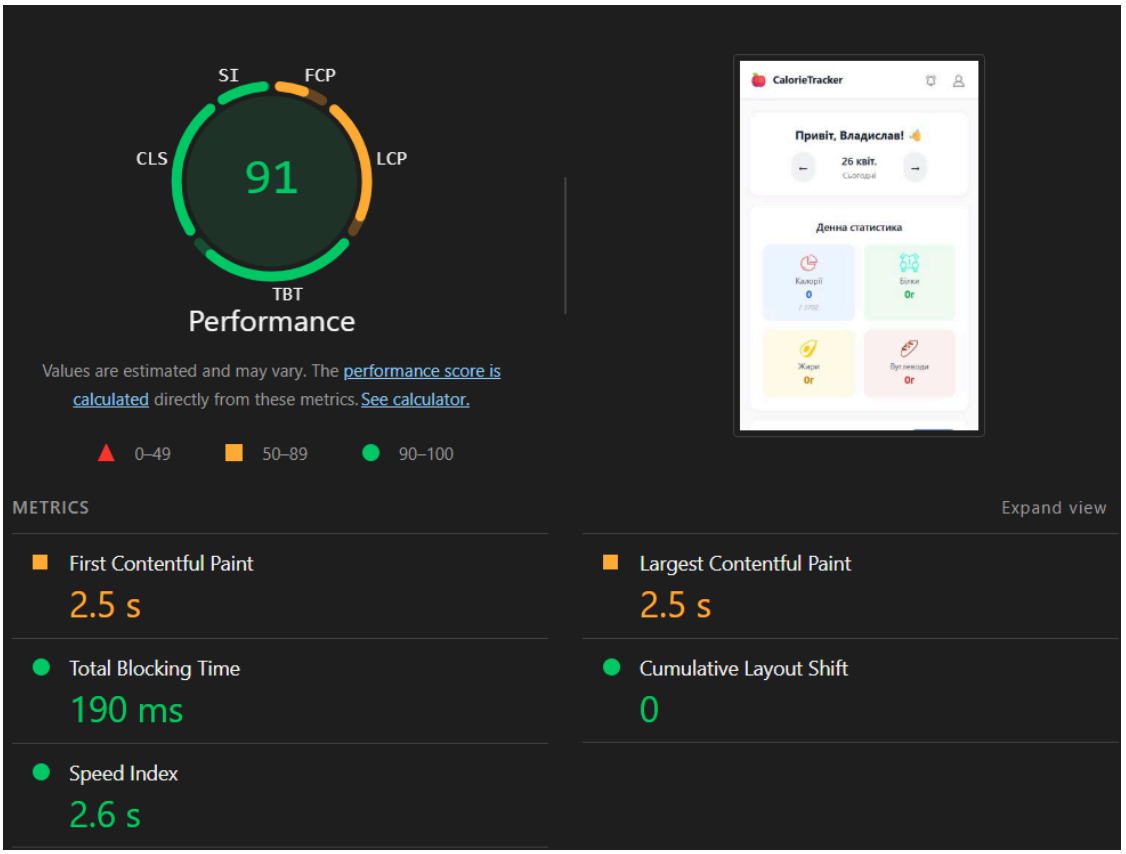


Рис. 1 Результати аудиту Lighthouse для додатку CalorieTracker

Впровадження PWA на базі vite-plugin-pwa у React SPA дозволило скоротити FCP на ~40 % при повторних візитах завдяки Cache First для статичних бандлів, забезпечити базову офлайн-функціональність (перегляд останніх даних харчування) через Network First з fallback для API-запитів, а також надати можливість встановлення на домашній екран без публікації в магазинах. Описаний підхід є масштабованим для будь-якого SPA-фітнес-додатку з REST-бекендом та особливо доцільний для мобільно-орієнтованих рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Progressive Web Apps [Електронний ресурс] / Google Developers. – Режим доступу: https://web.dev/progressive-web-apps/.
2. vite-plugin-pwa: Офіційна документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vite-pwa-org.netlify.app/.
3. Caching strategies overview [Електронний ресурс] / Workbox Documentation. – Режим доступу: https://developer.chrome.com/docs/workbox/caching-strategies-overview.
4. Lighthouse overview [Електронний ресурс] / Google Chrome Developers. – Режим доступу: https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview.
5. Service Worker API [Електронний ресурс] / MDN Web Docs. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Service_Worker_API.

УДК 004.42:004.738

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОНЛАЙН-БРОНЮВАННЯ КВИТКІВ НА ХУДОЖНІ ВИСТАВКИ УКРАЇНИ

Круглік М.І., науковий керівник Понзель Я.Ю.

Актуальність теми. У сучасних умовах цифровізації культурна сфера активно переходить в онлайн-простір, змінюючи способи організації та відвідування мистецьких заходів. Художні виставки є важливою складовою культурного розвитку, однак інформація про них і процес бронювання квитків в Україні залишається розрізненою, через що користувачам доводиться використовувати різні ресурси для пошуку подій.

Інформаційна система онлайн-бронювання дозволяє централізувати дані про виставки, спростити пошук подій та автоматизувати резервування квитків. Це підвищує зручність для користувачів і ефективність роботи організаторів, а також сприяє розвитку єдиного цифрового культурного середовища.

Метою роботи є проєктування інформаційної системи онлайн-бронювання квитків на художні виставки України, що забезпечить користувачам доступ до інформації про події та можливість бронювання квитків, а організаторам — інструменти для управління виставками та аналізу відвідуваності.

Ключові функції системи:

- перегляд художніх виставок із детальною інформацією про дату, місце, авторів і тематику;
- онлайн-бронювання квитків із контролем кількості доступних місць;
- перегляд новин і статей мистецької тематики;
- коментування та оцінювання публікацій для підвищення активності користувачів;
- створення, редагування та управління виставками організаторами;
- заповнення інформаційних анкет виставок;
- формування та перегляд аналітики взаємодії користувачів;
- аналіз популярності виставок і статистики бронювань для покращення організації подій.

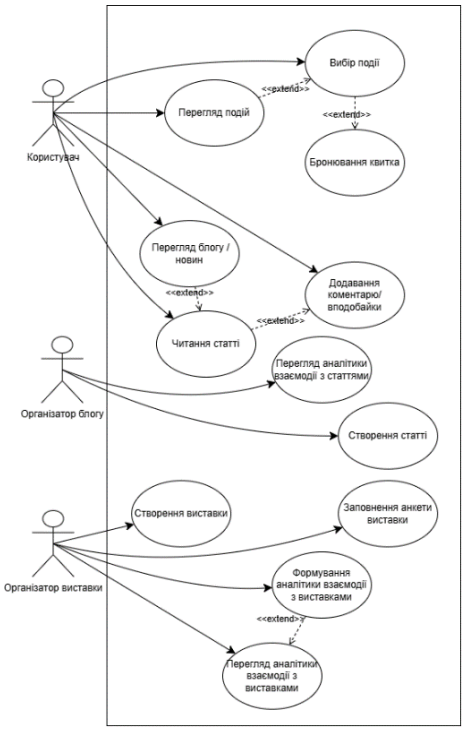


Рис. 1 Діаграма прецедентів

Інформаційна система реалізована як веб-застосунок, що працює через браузер. Клієнтська частина створена з використанням HTML, CSS та JavaScript і відповідає за інтерфейс користувача. Серверна частина реалізована на основі ASP.NET Core з використанням мови C#.

Для реалізації системи спроєктовано реляційну базу даних, яка забезпечує зберігання інформації про користувачів, контент, події та бронювання квитків. Основна сутність - таблиця User, додаткова інформація міститься в UserProfile, а ролі реалізовані через Writer та Organizer.

Контент представлений таблицею Article, взаємодія з ним здійснюється через ArticleComment та ArticleLike. Для класифікації використовується система тегів (Tag, ArticleTag). Події зберігаються в таблиці Event, яка пов'язана з організаторами та доповнюється тегами (EventTag) і оцінюванням (EventLike). Бронювання квитків реалізовано через таблицю Ticket, яка містить дані про бронювання, ціну та QR-код для перевірки.

Таким чином, база даних забезпечує повний функціонал системи: від управління контентом і подіями до бронювання квитків і взаємодії користувачів.

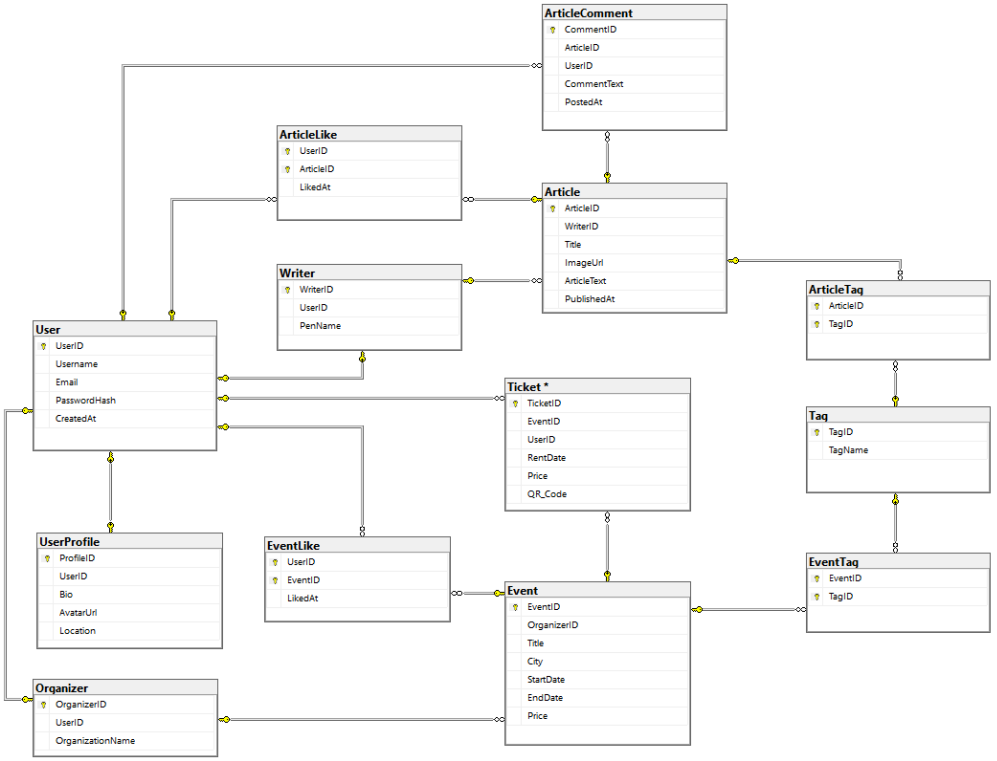


Рис. 2 Структура сховища даних у вигляді діаграми

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство культури та інформаційної політики України. Офіційний вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mcsc.gov.ua/
2. UNESCO. Digital technologies in the culture sector [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.unesco.org/en/mondiacult/digital-technologies-culture-sector
3. Національна академія наук України. Офіційний вебсайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nas.gov.ua/EN
4. Гудзенко О. В. Цифрова трансформація культури: сучасні реалії та перспективи розвитку [Електронний ресурс] // Науковий журнал «Схід». – 2023. – Режим доступу: https://skhid.kubg.edu.ua/article/view/296605

УДК 004.42

МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІТИКИ КУРСІВ КРИПТОВАЛЮТ

Карюк Д.Ю, науковий керівник Назаренко В.А.

Зі зростанням кількості цифрових фінансових інструментів і поширенням криптовалютного ринку підвищується потреба у програмних засобах, які забезпечують оперативне отримання ринкової інформації, аналіз цінових змін активів та збереження користувацьких налаштувань. Однією з особливостей криптовалютного середовища є висока волатильність, динамічна зміна ринкових показників та постійна потреба в актуальних даних. Саме тому розробка мобільного застосунку для моніторингу та аналітики курсів криптовалют є актуальним завданням у межах сучасних технологій розробки програмного забезпечення.

У роботі розробляється мобільний застосунок для платформи iOS, призначений для перегляду ринкових показників, пошуку криптовалют, аналізу графічних даних та персоналізації взаємодії користувача з цифровими активами. Програмне рішення реалізується мовою Swift із використанням фреймворку SwiftUI. Для отримання актуальної інформації застосунок взаємодіє із зовнішнім API криптобіржі Binance, через який завантажуються поточні ціни активів, зміни вартості за добу, торгові обсяги та історичні дані для побудови графіків. Локальне збереження користувацької інформації реалізовано за допомогою Core Data, а кешування ринкових даних і текстових нотаток здійснюється у JSON-файлі.

Функціональні можливості системи охоплюють реєстрацію та авторизацію користувачів, відображення ринку криптовалют, сортування і пошук монет за назвою, символом або торговою парою, а також детальний перегляд активу з основними ринковими показниками та графіками зміни ціни й обсягів торгів.

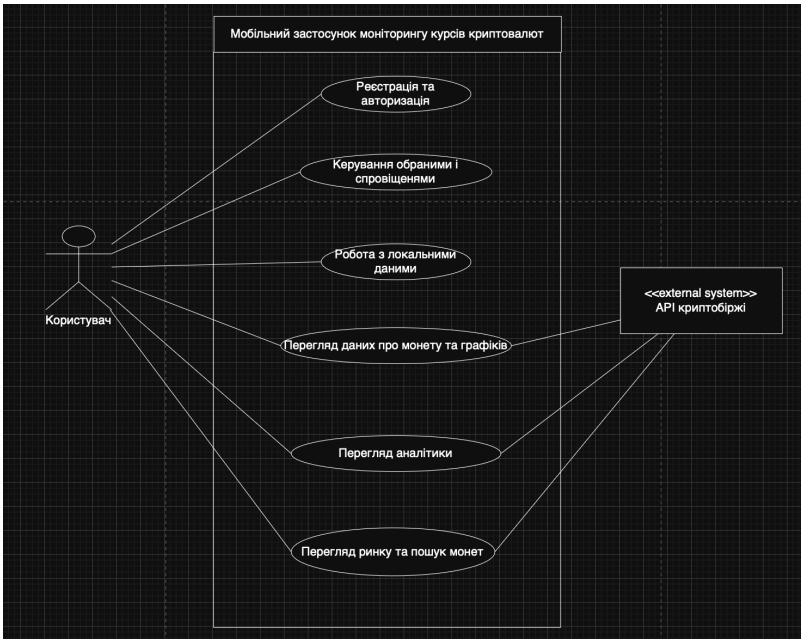


Рис. 1 Діаграма прецедентів

Практична цінність системи полягає у можливості формування списку обраних монет, створення текстових нотаток та налаштування цінових сповіщень. Завдяки цьому користувач отримує не лише доступ до ринкової інформації, а й інструменти для персоналізації роботи з цифровими активами відповідно до власних потреб. Такий підхід дозволяє організувати індивідуальний сценарій спостереження за криптовалютами та підвищує зручність повсякденного використання застосунку.

Окремий аналітичний модуль формує загальний огляд ринку, відображає лідерів зростання, активи з найбільшими обсягами торгів та забезпечує порівняння двох монет на одному графіку. Додатково реалізовано функцію експорту аналітичного звіту, що розширює можливості подальшого використання отриманих результатів. Наявність аналітичних засобів підвищує практичну цінність системи та дозволяє застосовувати її не лише для щоденного моніторингу, а й для навчальних і дослідницьких завдань.

Система побудована за модульним принципом із розділенням інтерфейсної частини, бізнес-логіки, сервісів доступу до зовнішніх даних та локального сховища. Передбачено модуль налаштувань і адміністративний розділ для перегляду локальних сутностей. Така організація спрощує супровід застосунку, робить його внутрішню структуру більш наочною та створює основу для подальшого розширення функціональних можливостей.

Отже, розроблений мобільний застосунок поєднує отримання актуальних біржових даних, локальне збереження інформації та засоби аналітичної обробки, що робить його зручним інструментом для роботи з криптовалютним ринком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SwiftUI. Apple Developer Documentation. URL: https://developer.apple.com/documentation/swiftui (дата звернення: 26.04.2026).
2. Core Data. Apple Developer Documentation. URL: https://developer.apple.com/documentation/coredata (дата звернення: 26.04.2026).
3. Spot API Documentation. Binance Developers. URL: https://developers.binance.com/docs/binance-spot-api-docs (дата звернення: 26.04.2026).
4. Тарасов О. В. Застосування технічного аналізу для дослідження ринку криптовалют. Сумський державний університет, 2022. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/90708 (дата звернення: 26.04.2026).

УДК 004.65:658.8:640.43

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ВЛАСНИКА РЕСТОРАНУ

Кищенко Б. А., науковий керівник Бородкіна І. Л.

Діяльність ресторану включає значну кількість взаємопов'язаних процесів, серед яких обробка замовлень, контроль оплат, ведення складського обліку, управління бронюванням столів та організація роботи персоналу. У разі відсутності єдиного програмного рішення ці процеси виконуються окремо або частково автоматизовано, що призводить до втрати часу, виникнення помилок та ускладнення контролю за станом діяльності закладу.

Необхідність систематизації інформації та підвищення ефективності управління обумовлює доцільність розробки спеціалізованої інформаційної системи, яка забезпечує централізовану обробку даних та їх подальше використання для аналізу. Постановка задачі дослідження полягає у створенні програмного рішення, що дозволяє автоматизувати облік основних процесів ресторану, а також забезпечити зручний доступ до інформації для користувачів із різними рівнями прав.

Метою бакалаврської роботи є розробка веборієнтованої інформаційної системи, яка забезпечує ведення обліку операцій ресторану, контроль основних процесів та формування аналітичної інформації для підтримки управлінських рішень.

У процесі виконання роботи було вирішено такі задачі:

- проаналізовано специфіку функціонування ресторанного бізнесу;
- визначено вимоги до інформаційної системи;
- спроєктовано структуру бази даних;
- реалізовано серверну частину системи;
- створено інтерфейс користувача;
- організовано взаємодію з базою даних;
- впроваджено механізми авторизації та розмежування доступу;
- реалізовано підсистему формування звітно-статистичної інформації.

Розроблена система базується на клієнт-серверній архітектурі, що дозволяє розділити обробку даних і представлення інформації. Серверна частина реалізована з використанням ASP.NET Core MVC, що забезпечує обробку запитів, виконання бізнес-логіки та взаємодію з базою даних.

Для зберігання інформації використовується система керування базами даних Microsoft SQL Server, яка забезпечує надійність, цілісність і ефективну обробку даних. Взаємодія із базою даних здійснюється за допомогою Entity Framework Core, що дозволяє працювати з даними у вигляді об'єктів та зменшує складність розробки.

Клієнтська частина реалізована у вигляді вебінтерфейсу, що забезпечує доступ до системи через браузер. Для її створення використано HTML, CSS, Bootstrap та JavaScript, що дозволило сформувати зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача.

У системі передбачено рольову модель доступу, яка включає такі категорії користувачів: власник ресторану, адміністратор, офіціант та кухар. Для кожної ролі визначено набір функцій, що відповідає її обов'язкам та забезпечує ефективну організацію роботи.

Функціональні можливості системи охоплюють:

- ведення меню та управління стравами;
- облік інгредієнтів і контроль складських запасів;
- створення та супровід замовлень;
- управління бронюванням столів;
- облік оплат;

- формування звітів і аналітичних даних.

Окрему увагу приділено реалізації аналітичного модуля, який дозволяє узагальнювати дані про діяльність ресторану, аналізувати фінансові показники, визначати популярність страв і контролювати ефективність роботи персоналу. Це дає змогу оперативно отримувати необхідну інформацію та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Отримані результати підтверджують, що використання інформаційної системи обліку процесів сприяє підвищенню ефективності діяльності ресторану, покращенню контролю за основними операціями та оптимізації роботи персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Microsoft. ASP.NET Core Documentation. URL: https://learn.microsoft.com/aspnet/core
2. Microsoft. SQL Server Documentation. URL: https://learn.microsoft.com/sql/sql-server
3. Microsoft. Entity Framework Core Documentation. URL: https://learn.microsoft.com/ef/core
4. Bootstrap. Documentation. URL: https://getbootstrap.com
5. MDN Web Docs. JavaScript Guide. URL: https://developer.mozilla.org

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ПІДБОРУ КУЛІНАРНИХ РЕЦЕПТІВ І ПЛАНУВАННЯ ХАРЧУВАННЯ

Панасюк А. К., науковий керівник Ніколаєнко Д. В.

Мета дослідження полягає у проєктуванні програмного забезпечення для персоналізованого підбору кулінарних рецептів і планування харчування, яке враховує індивідуальні параметри користувача, його харчові цілі, дієтичні обмеження, алергени та добову норму калорій.

Об’єктом дослідження є процес персоналізованого планування харчування користувача, що охоплює вибір рецептів, формування меню, контроль калорійності раціону та підготовку списку необхідних продуктів.

Предметом дослідження є програмне забезпечення для автоматизації підбору кулінарних рецептів і планування харчування на основі персональних даних користувача, його харчових уподобань і встановлених обмежень.

Актуальність дослідження.

У сучасних умовах значна кількість користувачів прагне організувати харчування відповідно до власних потреб, однак самостійний пошук рецептів і складання збалансованого меню потребують часу та додаткових знань. Особа має враховувати калорійність страв, склад продуктів, наявність алергенів, харчову ціль, кількість прийомів їжі та доступність інгредієнтів. Через це виникає потреба у програмному засобі, який спрощує процес вибору рецептів і допомагає формувати персоналізований план харчування.

Розроблюване програмне забезпечення орієнтоване на користувачів, які самостійно планують раціон і готують їжу. Система передбачає можливість створення профілю користувача, зазначення персональних параметрів, вибору харчових обмежень і пошуку рецептів за заданими критеріями. На основі цих даних застосунок може пропонувати релевантні рецепти та допомагати формувати меню на день або тиждень.

Окрему роль у системі відіграє контроль калорійності. Після визначення добової норми калорій користувач може додавати рецепти до плану харчування, а система перевіряє сумарну калорійність запланованих страв. Це дає змогу уникнути перевищення добової норми та зробити планування харчування більш зручним і контрольованим.

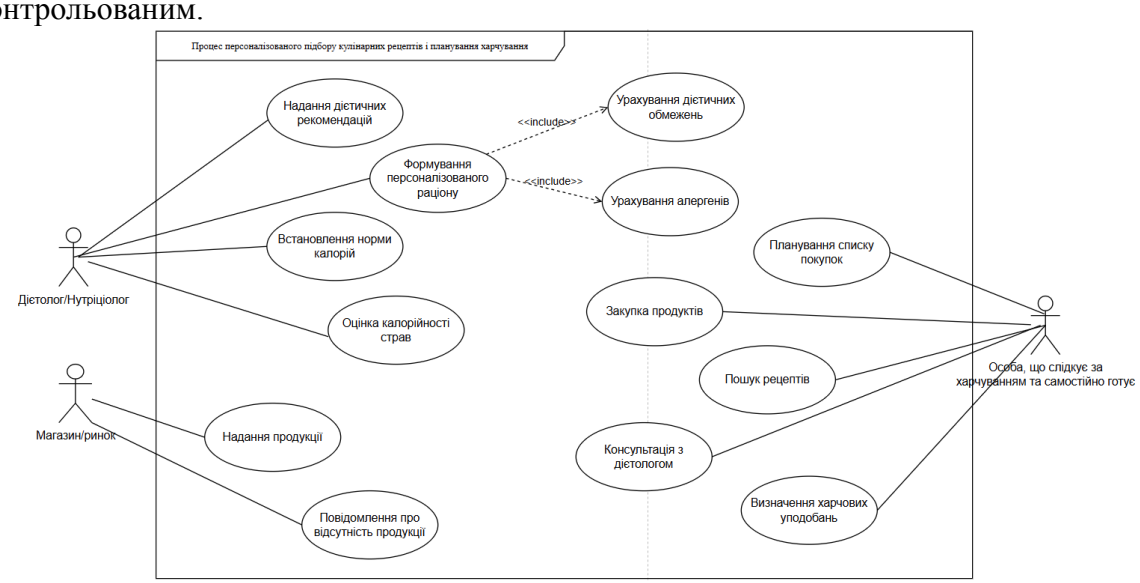


Рис. 1 Діаграма прецедентів системи персоналізованого підбору кулінарних рецептів і планування харчування

На рисунку 1 зображено діаграму прецедентів, яка відображає основних учасників процесу персоналізованого підбору рецептів і планування харчування з точки зору предметної області. Центральним актором є особа, що слідкує за харчуванням та самостійно готує: вона визначає харчові уподобання, здійснює пошук рецептів, консультується з дієтологом, планує список покупок і виконує закупівлю продуктів. Дієтолог або нутриціолог забезпечує формування персоналізованого раціону, встановлення норми калорій, оцінку калорійності страв і врахування дієтичних обмежень та алергенів. Магазин або ринок виступає зовнішнім джерелом продуктів і повідомляє про їх наявність або відсутність.

Технічна реалізація системи передбачає створення мобільного застосунку для операційної системи Android. Для розробки клієнтської частини обрано фреймворк Flutter і мову програмування Dart. Як серверну та хмарну частину системи доцільно використати платформу Firebase, зокрема сервіси автентифікації користувачів, збереження даних і синхронізації інформації між застосунком та базою даних. Для збереження інформації про користувачів, рецепти, плани харчування, калорійність і списки покупок використовується Cloud Firestore у складі Firebase.

Важливою складовою системи є організація даних, на основі яких виконується персоналізований підбір рецептів. У базі даних зберігаються відомості про рецепти, інгредієнти, калорійність страв, категорії харчування, алергени та обмеження користувача. Під час формування меню система порівнює параметри профілю користувача з характеристиками рецептів і відбирає ті страви, які відповідають заданим критеріям. Такий підхід дозволяє не лише автоматизувати пошук рецептів, а й підвищити якість рекомендацій, оскільки результат формується з урахуванням індивідуальних потреб користувача, його харчових цілей і доступності необхідних продуктів.

Отже, розроблення програмного забезпечення для персоналізованого підбору кулінарних рецептів і планування харчування є актуальним, оскільки спрямоване на автоматизацію рутинних дій, пов’язаних із вибором страв, складанням меню та контролем раціону. Практична цінність системи полягає у підвищенні зручності планування харчування та адаптації рекомендацій до індивідуальних потреб користувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abeltino A., Grigorakis N., Tse G., et al. Digital applications for diet monitoring, planning, and precision nutrition: a critical review [Електронний ресурс] // *Nutrition Reviews*. – 2025. – Режим доступу: https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/83/2/e574/7667651 (дата звернення: 26.04.2026).
2. Trumbo P., Schlicker S., Yates A. A., Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids [Електронний ресурс] // *Journal of the American Dietetic Association*. – 2002. – Vol. 102, № 11. – P. 1621–1630. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12449285/ (дата звернення: 26.04.2026).
3. Firebase Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://firebase.google.com/docs (дата звернення: 26.04.2026).
4. Spoonacular Food API and Recipe API [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://spoonacular.com/food-api (дата звернення: 26.04.2026).

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ ТА РОЗРАХУНКУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ОПЕРАТОРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ

Буренков І.Д., науковий керівник: Кириченко Віктор Вікторович

У сучасних логістичних компаніях важливе місце посідають точний облік робочого часу операторів, фіксація виконаних завдань і правильний розрахунок заробітної плати. На практиці ці процеси часто виконуються вручну або за допомогою окремих електронних таблиць, що ускладнює перевірку даних, підвищує ймовірність помилок і потребує додаткового часу на підготовку звітної інформації. Саме тому розробка спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації такого процесу є актуальним завданням.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для обліку робочого часу та розрахунку заробітної плати операторів логістичної компанії. Об’єктом дослідження є процес організації нарахування заробітної плати та супровідних облікових операцій у логістичній компанії, а предметом дослідження – методи й програмні засоби побудови такого програмного забезпечення.

У межах предметної області основними сутностями є працівник, робоча зміна, виконане завдання, правило оплати, запис про нарахування заробітної плати та звіт. Для кожної зміни фіксуються дата, час початку і завершення, тип зміни та кількість відпрацьованих годин. Для виконаних завдань зберігаються тип, статус і тривалість виконання. Такі дані використовуються для подальшого автоматизованого розрахунку оплати праці.

Особливістю розроблюваної системи є поєднання погодинної оплати з оплатою за виконані завдання. Підсумкова сума може залежати від типу зміни, тривалості виконання завдання та правил, встановлених компанією. Саме тому у програмному забезпеченні передбачається окремий механізм правил оплати, який дозволяє гнучко змінювати параметри розрахунку без повної переробки всієї системи.

Архітектура програмного забезпечення передбачає поділ на сторону клієнта, основну логіку системи та рівень збереження даних. На стороні клієнта реалізується компонент User Interface, через який користувач працює з екранами системи. У центральній частині розташовано компонент Payroll Core, який координує роботу сервісів Work Time Service, Task Service та Report Service. Для доступу до даних використовується компонент Repository, а довготривале збереження інформації забезпечує компонент Local Database. Діаграму компонентної структури програмного забезпечення наведено на рисунку 1.

Реалізація наведеної на схемі структури виконувалась із використанням сучасних засобів розробки для платформи iOS. Як мову програмування обрано Swift, оскільки вона є основною мовою створення мобільних застосунків в екосистемі Apple та забезпечує зручну реалізацію бізнес-логіки для модуля Payroll Core і сервісів Work Time Service, Task Service та Report Service.

Для створення компонента User Interface використано фреймворк SwiftUI, який дає змогу будувати інтерфейс у декларативному стилі та організовувати екрани введення, перегляду змін, завдань, нарахувань і звітів. У ролі середовища розробки використано Xcode, що забезпечує проєктування інтерфейсу, налагодження, тестування та складання застосунку.

Для компонента Repository і модуля локального збереження Local Database використано SwiftData API, який дозволяє описувати моделі даних, організовувати зв’язки між ними та виконувати операції читання і запису без зовнішнього сервера. Для допоміжних операцій обробки даних у сервісних компонентах застосовуються

стандартні можливості Foundation API, зокрема засоби роботи з датами, часом, форматуванням і текстовим аналізом.

Отже, у межах проєкту реалізовується клієнтський застосунок, у якому інтерфейс користувача передає запити до ядра системи Payroll Core. Це ядро звертається до спеціалізованих сервісів: Work Time Service опрацьовує дані про зміни, Task Service працює із завданнями, а Report Service формує підсумкові дані для виведення та збереження. Усі ці компоненти взаємодіють із Repository, який виконує роль проміжного рівня доступу до даних і передає інформацію до Local Database. Діаграму компонентної структури програмного забезпечення наведено на рисунку 1.

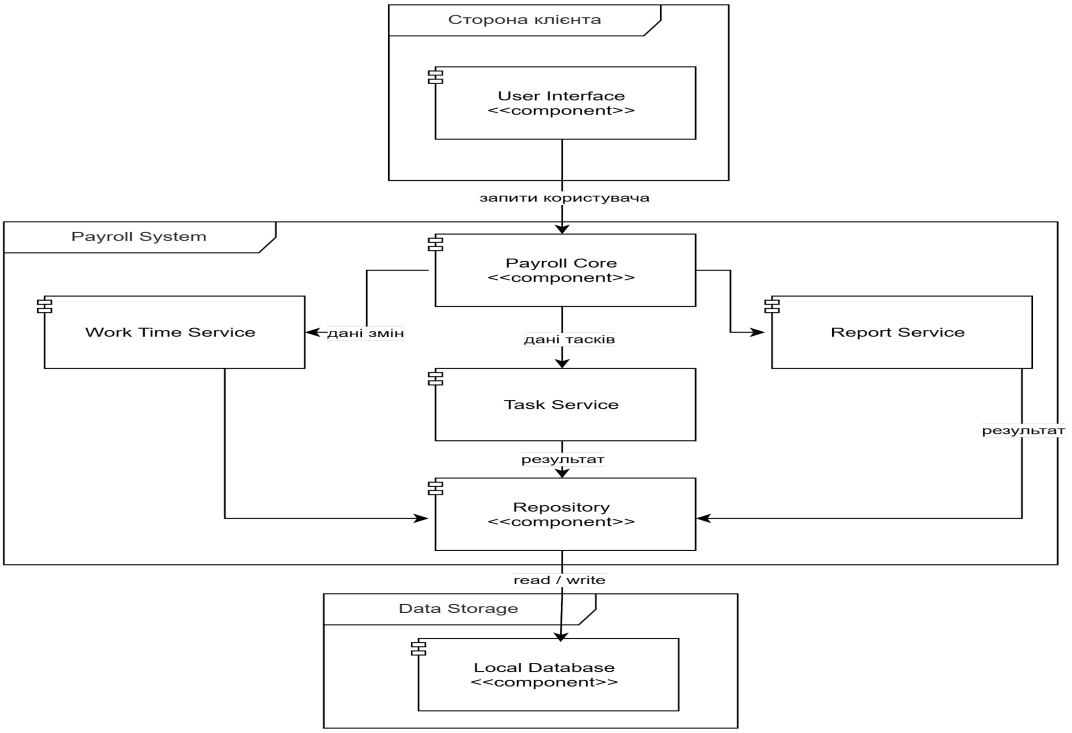


Рис. 1 Діаграма компонентної структури програмного забезпечення для обліку робочого часу та розрахунку заробітної плати операторів логістичної компанії

Висновки.

Розробка програмного забезпечення для обліку робочого часу та розрахунку заробітної плати операторів логістичної компанії є актуальним і практично значущим напрямом. Запропонований підхід дозволяє поєднати в одній системі облік працівників, робочих змін, виконаних завдань і правил оплати, що створює основу для точного автоматизованого розрахунку заробітної плати та формування звітності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sommerville I. Software Engineering. 10th ed. Boston : Pearson, 2015.
2. Pressman R. S., Maxim B. R. Software Engineering: A Practitioner’s Approach. 9th ed. New York : McGraw-Hill, 2019.
3. Apple Developer Documentation. SwiftUI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.apple.com/documentation/swiftui
4. Apple Developer Documentation. SwiftData [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.apple.com/documentation/swiftdata

УДК 004.415:004.738.5:659.1

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМНИХ КАМПАНІЙ В СОЦІАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ TIKTOK

Безушко Т.О., науковий керівник Корольчук В.І.

Вступ. У сфері цифрового маркетингу TikTok став ключовим каналом залучення трафіку. Для медіабаєрів критично важливим є безперервний моніторинг ефективності реклами. Швидке «вигорання» креативів (Ad Fatigue) вимагає миттєвої реакції, оперативного формування нових технічних завдань (ТЗ) та контролю бюджету. Існуючі універсальні рішення часто ігнорують специфіку взаємодії баєрів і креативників, що зумовлює потребу в розробці спеціалізованої системи.

Мета дослідження. Розробка спеціалізованої веб-орієнтованої системи для автоматизації моніторингу аналітики TikTok-кампаній, управління життєвим циклом креативів та координації команди.

Матеріали та методи. Систему реалізовано за архітектурним патерном MVT. Серверну частину (Backend) розроблено на мові Python (фреймворк Django) із використанням СУБД PostgreSQL для транзакцій та аналітики. Клієнтську частину (Frontend) побудовано на базі HTML5, CSS3, JavaScript та Bootstrap 5. Обмін даними з платформою виконується через TikTok Marketing API за протоколом OAuth2.0.

Виклад основного матеріалу. Архітектура розробленої системи складається з трьох ключових модулів: модуля управління ролями та доступом (RBAC), модуля інтеграції та аналітики, а також модуля трекінгу технічних завдань.

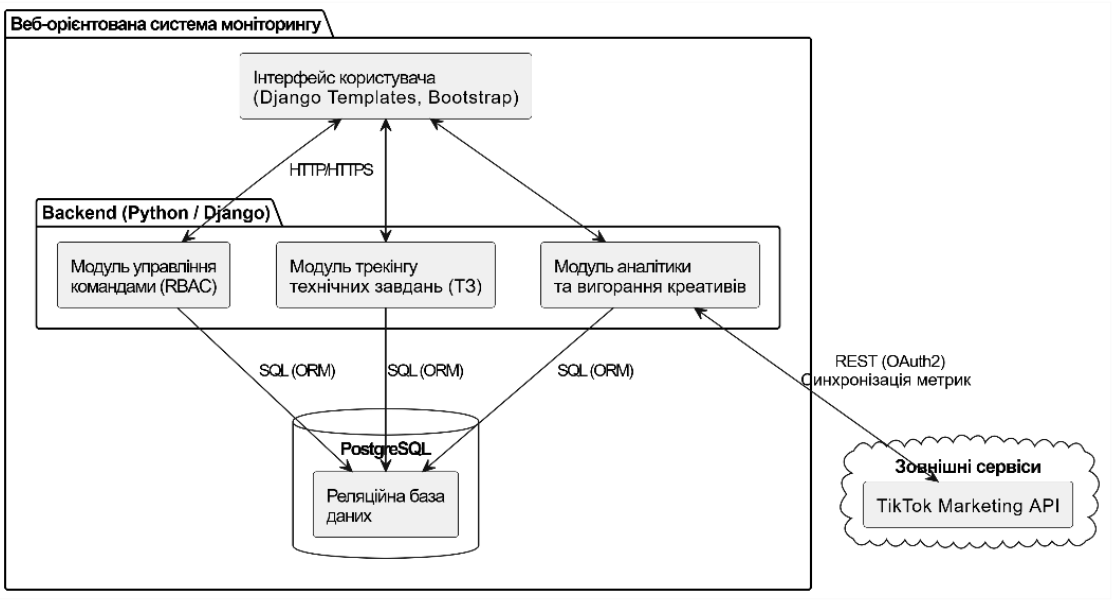


Рис.1 Логічна архітектура системи

Модуль інтеграції взаємодіє з TikTok API для періодичного отримання метрик рекламних кабінетів (Business Centers). Система агрегує дані та зберігає їх у реляційній базі. Для автоматизації аналізу впроваджено тригерну логіку: алгоритм платформи в реальному часі розраховує показник окупності інвестицій (ROI).

Однією з ключових особливостей системи є алгоритм предиктивного виявлення «вигорання» реклами. У базі даних реалізовано тригер, який перевіряє співвідношення витрат (Spend) до результативності. Якщо ROI креативу падає нижче встановленого порогу (наприклад, 1.0) при досягненні певного ліміту витрат, система автоматично маркує його статусом «вигорілий» (burning_out).

Для підтримки безперервного циклу виробництва система автоматизує взаємодію між медіабаєрами та творчим відділом (табл. 1).

Таблиця 1 Ключові сутності та їх взаємодія в системі

Сутність системи	**Призначення в бізнес-процесі**	**Ключові атрибути**
Користувач (CustomUser)	Забезпечення рольового доступу (Тімлід, Баєр, Креативник)	Роль, ID команди
Кампанія (Campaign)	Агрегація бюджету та загальних витрат	Budget, Total Spend
Креатив (AdCreative)	Деталізована статистика окремого відеоролика	ROI, Is_Burning_Out
Завдання (Task)	Трекінг виробництва нових рекламних матеріалів	Status, Hook, Deadline

Медіабаєр через інтерфейс дашборду формує ТЗ (вказуючи географію, тривалість, хук та складність), яке автоматично маршрутизується на вільного креативника. Після виконання завдання дизайнер завантажує результат у систему, і цикл замикається запуском нового креативу в рекламній мережі.

Висновки. Впровадження розробленої веб-орієнтованої системи дозволяє вирішити проблему фрагментації робочих процесів в affiliate-маркетингу. Автоматизація збору даних через API усуває необхідність ручного експорту таблиць, а вбудована логіка контролю ефективності запобігає нецільовим витратам бюджету на нерелевантні рекламні матеріали. Об'єднання аналітичного інструментарію із системою управління завданнями в єдиній програмній платформі суттєво підвищує загальну продуктивність роботи маркетингових команд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційна документація TikTok For Business API. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ads.tiktok.com/marketing_api/docs
2. Документація веб-фреймворку Django. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/
3. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/
4. Соммервілл І. Інженерія програмного забезпечення / І. Соммервілл. – 10-те вид. – М.: Вільямс, 2021. – 736 с.
5. Рибалченко, О. Г., & Кузьменко, О. В. (2023). Сучасні підходи до побудови систем моніторингу метрик у веб-додатках. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, (2), 45-52.

УДК 004.9:656.13:504.06

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБМІНУ КНИГ

Фастовець А. В., науковий керівник Понзель Я. Ю.

У роботі розглянуто принципи побудови інформаційної системи для підтримки соціального буккросингу. Описано архітектурні рішення на базі фреймворку Django, структуру реляційної бази даних та функціональні модулі системи. Окрему увагу приділено впровадженню алгоритмічного модуля для оцінки стабільності екосистеми платформи через математичне моделювання показників активності.

На сучасному українському книжковому ринку існує проблема в експлуатації вже використаних книг. Обмін вживаних книг доцільний і з екологічної точки зору, і також із фінансової. Доступність читання має бути більшою, для навчання та розвитку суспільства. Ефективні цифрові сервіси відсутні або потребують розвитку. Існуючі методи обміну книгами через соціальні мережі є несистематизованими та часто призводять до втрати актуальності пропозицій. Створення спеціалізованої вебплатформи, яка об'єднує інструменти каталогізації, управління запитами на обмін та аналітику взаємодій, дозволить перетворити хаотичний процес на прозору та керовану систему.

Метою є розробка повнофункціональної інформаційної системи, що забезпечить автоматизацію циклу обміну книгами та надасть аналітичний інструментарій для моніторингу якості користувацького досвіду. Також важливим аспектом моєї роботи є саме соціальний напрямок, адже я впроваджую не лише функціонал обміну, а й дарування книг на благодійних засадах, або ж за донат на військо.

Для реалізації проєкту обрано архітектурний шаблон MVT, або ж Model-View-Template. Це дозволило розмежувати бізнес-логіку, структуру даних та користувацький інтерфейс, забезпечуючи високу масштабованість системи.

Серверна частина побудована на мові Python із використанням фреймворку Django. Як СУБД обрано PostgreSQL, що дозволило ефективно реалізувати складні зв’язки між сутностями: «Користувачі», «Примірники книг», «Запити на обмін» та «Скарги». Інтерфейс користувача реалізовано з використанням Bootstrap 5. Загальну архітектуру та фізичне розміщення компонентів системи відображено на діаграмі розгортання (рис. 1).

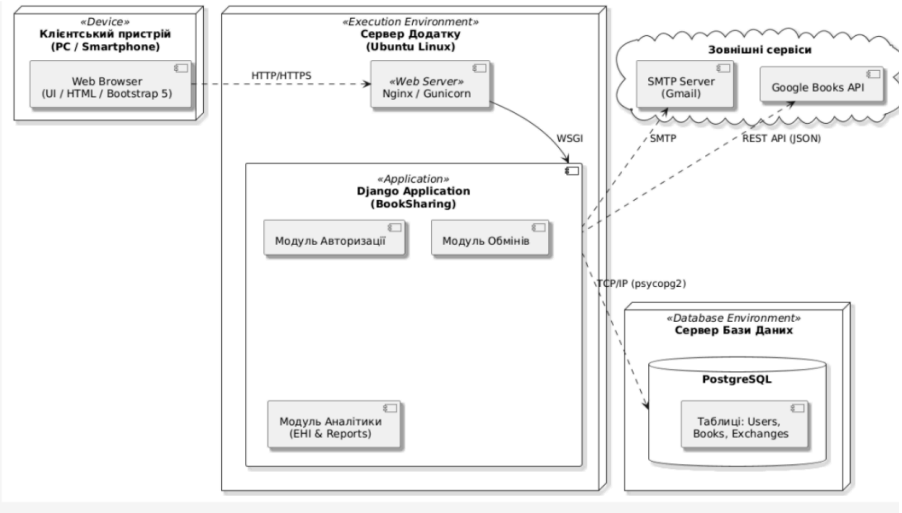


Рис. 1 Розгорнута діаграма розміщення

Для ефективного адміністрування системи розроблено модуль інтелектуальної аналітики. Ключовою інновацією є впровадження Індексу життєздатності екосистеми

(EHI) – композитного показника, що дозволяє автоматизовано оцінювати стан платформи.

Математична модель індексу базується на агрегації трьох ключових метрик: ліквідності фонду (L), конверсії успішних угод (S) та рівня конфліктності (C). Для обчислення фінального рейтингу системи використовується формула зважених коефіцієнтів:

$$EHI = \sum_{i=1}^{n} \left(w_i \cdot x_i\right) = \left(w_1 \cdot S\right) + \left(w_2 \cdot L\right) - \left(w_3 \cdot C\right)$$

Формула розрахунку індекс життєздатності екосистеми.

де S – оцінка успіху, L – попит відносно пропозиції, C – коефіцієнт токсичності, w_i – параметри пріоритетності бізнес-процесів.

Застосування такої моделі дозволяє системі автоматично сигналізувати модератору про критичні стани. Таким прикладом може бути різке зростання конфліктів або падіння ліквідності, що робить управління платформою проактивним.

В результаті роботи спроєктовано та реалізовано комплексну інформаційну систему для буккросингу. Поєднання надійного технологічного стека з впровадженням математичних методів аналізу даних дозволило створити ефективний інструмент для управління вторинним ринком літератури. Система пройшла тестування та готова до розгортання в робочому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Botsman R., Rogers R. What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption. HarperBusiness, 2010. 304 p.
2. Vincent W. S. Django for Professionals: Production Websites with Python & Django. 2022. 344 p.
3. Fontaine D. The Art of PostgreSQL. 2019. 416 p.
4. Greenfeld D., Roy A. Two Scoops of Django 3.x: Best Practices for the Django Web Framework. Ice Age, 2020. 556 p.
5. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional, 2002. 560 p.
6. Django Project. Official Django Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/

УДК 004.42

СИСТЕМА ОБЛІКУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ФУТБОЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРА

Бурдина М.В., науковий керівник Степанов О.В.

У сучасних умовах цифровізації спортивної індустрії особливої актуальності набуває впровадження інформаційних систем, що забезпечують автоматизацію процесів керування футбольною командою, обліку статистики гравців, планування матчів і формування аналітичної інформації. Для тренерського штабу, аналітиків і скаутів важливо мати швидкий доступ до структурованих даних, які допомагають приймати обґрунтовані рішення.

Традиційні підходи до ведення статистики, що базуються на окремих електронних таблицях, текстових нотатках або розрізнених сервісах, мають низку недоліків. Зокрема, вони ускладнюють централізоване зберігання інформації, не забезпечують єдиного інтерфейсу для різних ролей користувачів, обмежують можливості аналітичного опрацювання та ускладнюють оперативне оновлення даних про гравців, матчі й турніри.

Постановка задачі дослідження полягає у розробці інформаційної системи, яка дозволить автоматизувати процеси зберігання, обробки та аналізу даних про футбольну команду, гравців, турніри, матчі та звітну інформацію, забезпечуючи зручний доступ до даних для тренера, аналітика, скаута та гравця.

Метою бакалаврської роботи є розробка веборієнтованої системи управління футбольною командою та статистикою, яка забезпечує ефективну взаємодію між користувачами різних ролей, надає інструменти для перегляду спортивних показників, формування звітів, аналізу результативності та підтримки процесу підготовки до матчів.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі задачі:

- проведено аналіз предметної області та існуючих програмних рішень для обліку спортивної статистики;
- виконано проєктування структури інформаційної системи та моделі взаємодії користувачів;
- розроблено модель бази даних для зберігання даних про команди, гравців, турніри, матчі та звіти;
- реалізовано серверну частину системи;
- створено клієнтський інтерфейс користувача;
- впроваджено рольову модель доступу та механізми авторизації;
- реалізовано інструменти статистичного аналізу, матчевої аналітики.

Система реалізована на основі клієнт-серверної архітектури. Серверна частина побудована з використанням Node.js та Express.js, що забезпечує обробку HTTP-запитів, виконання бізнес-логіки, взаємодію з базою даних і надання REST API для клієнтської частини. Такий підхід дозволяє створити гнучке програмне рішення, придатне для локального запуску та подальшого розширення.

Для зберігання даних використовується система SQLite, яка забезпечує цілісність даних, підтримку реляційної моделі та ефективне виконання SQL-запитів. У базі даних зберігається інформація про команди, користувачів, гравців, статистику футболістів, турніри, турнірні таблиці, матчі, статистику завершених матчів, а також скаутські та аналітичні звіти.

Клієнтська частина системи розроблена з використанням HTML, CSS і JavaScript. Це дозволило створити інтерактивний інтерфейс користувача з вкладками, картками, таблицями, календарем матчів, турнірними таблицями, модальними вікнами та елементами статистичного подання даних. Інтерфейс адаптовано під основні сценарії роботи тренера, аналітика, скаута і гравця.

У системі реалізовано рольову модель доступу, яка передбачає такі ролі: тренер, аналітик, скаут і гравець. Для кожної ролі визначено окремий функціонал та рівень доступу до інформації. Це забезпечує безпеку даних, розмежування прав доступу та зручність роботи з системою залежно від професійних завдань користувача.

Основні функціональні можливості системи включають: ведення обліку гравців і команд; перегляд індивідуальної та командної статистики; роботу з турнірними таблицями; ведення календаря матчів; перегляд статистики завершених матчів; редагування матчів аналітиком; формування складу команди; створення скаутських та аналітичних звітів; доступ до даних залежно від ролі користувача.

Особливу увагу приділено аналітичній складовій системи. Вона дозволяє формувати загальну статистику команди, визначати найкращих гравців за різними показниками, будувати рейтингові звіти Top-10, аналізувати результативність футболістів, відстежувати матчеві показники та виявляти проблемні зони у грі команди.

Також у системі реалізовано механізми перегляду статистики завершених матчів, які базуються на порівнянні показників двох команд: володіння м’ячем, очікувані голи, удари, сейви, кутові, передачі, відбори, фоли та картки. Це дає змогу тренеру й аналітику швидко оцінювати перебіг матчу та якість гри команди.

Результати проведеного дослідження показують, що впровадження подібної інформаційної системи сприяє покращенню організації роботи тренерського штабу, спрощує доступ до статистичних даних, забезпечує централізоване керування інформацією та підвищує ефективність підготовки до матчів і прийняття управлінських рішень.

Таким чином, розроблена веборієнтована система управління футбольною командою та статистикою є актуальним і практично значущим інструментом автоматизації спортивної діяльності та може бути використана як основа для подальшого розвитку функціоналу футбольної аналітики й управління командою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Microsoft. [Електронний ресурс]: «ASP.NET Core Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/aspnet/core (дата звернення: 24.04.2026).
2. Microsoft. [Електронний ресурс]: «SQL Server Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/sql/sql-server (дата звернення: 24.04.2026).
3. Microsoft. [Електронний ресурс]: «Entity Framework Core Documentation». Режим доступу: https://learn.microsoft.com/ef/core (дата звернення: 24.04.2026).
4. React. [Електронний ресурс]: «React Documentation». Режим доступу: https://react.dev (дата звернення: 24.04.2026).

УДК 004.42

ANDROID-ДОДАТОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Ступніцький А.О., науковий керівник Боровик В.І.

У сучасному світі ефективне управління особистими та робочими завданнями є важливою складовою продуктивності. Більшість користувачів смартфонів стикаються з проблемою відсутності зручного інструменту, який би поєднував планування завдань, контроль їх виконання та інтелектуальну підтримку в одному застосунку. У зв'язку з цим актуальною є розробка мобільного Android-додатку, орієнтованого на організацію задач із використанням штучного інтелекту як консультанта.

У роботі розробляється мобільний застосунок для платформи Android, реалізований мовою Java з використанням XML для побудови інтерфейсу користувача та Firebase як хмарної бази даних для зберігання й синхронізації даних у реальному часі.

Практична цінність розробки полягає у створенні єдиного середовища, де користувач може виконати повний цикл роботи із завданнями: створити завдання, встановити пріоритет, відстежити етап виконання, отримати рекомендацію від ШІ-консультанта та позначити завдання як виконане.

Такий підхід дозволяє суттєво скоротити час на організацію роботи та підвищити особисту ефективність без необхідності використання кількох окремих інструментів.

Архітектура застосунку побудована за модульним принципом. Виділено підсистему графічного інтерфейсу (XML-макети, Activity/Fragment), модуль взаємодії з Firebase Firestore для зберігання списків завдань та їх атрибутів, а також модуль інтеграції ШІ-консультанта, який надає рекомендації користувачу на основі поточного стану завдань. Firebase Authentication забезпечує авторизацію користувачів, а Firebase Realtime Database або Firestore — миттєву синхронізацію даних між сесіями.

Інтерфейс застосунку реалізований з урахуванням принципів Material Design, що забезпечує інтуїтивно зрозуміле та візуально узгоджене середовище для користувача. Кожне завдання містить такі атрибути, як назва, опис, дата виконання, пріоритет та поточний статус. Користувач має змогу фільтрувати та сортувати завдання за різними критеріями, що спрощує навігацію при великій кількості записів.

Окремої уваги заслуговує механізм авторизації, реалізований засобами Firebase Authentication. Користувач проходить реєстрацію та вхід в систему з використанням електронної пошти та пароля, що забезпечує безпечний доступ до персональних даних. Кожен користувач має власний ізольований простір даних у Firestore, тобто завдання одного користувача недоступні іншим. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до захисту персональних даних та робить застосунок придатним до використання як в особистих, так і в робочих цілях. Завдяки хмарній архітектурі на основі Firebase застосунок не потребує власного серверного забезпечення, що суттєво спрощує його підтримку та масштабування у майбутньому.

Інтеграція штучного інтелекту у застосунок є сучасним підходом до підвищення зручності та комфорту користувача під час роботи з задачами. Використання ШІ дозволяє зробити взаємодію з додатком більш природною та інтуїтивною, знижуючи порогову складність освоєння інструменту для нових користувачів. Завдяки присутності інтелектуального компонента застосунок адаптується до потреб конкретного користувача, що робить досвід використання більш персоналізованим порівняно зі стандартними рішеннями для планування. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям розробки мобільних застосунків, де інтеграція ШІ стає невід'ємною частиною якісного користувацького досвіду.

Таким чином, розроблюваний Android-застосунок є практичним інструментом для планування та контролю виконання завдань, що поєднує хмарне зберігання даних через Firebase, зручний мобільний інтерфейс та інтелектуальну підтримку користувача засобами ШІ-консультанта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Firebase Documentation URL: https://firebase.google.com/docs
2. Android Developers. Official Documentation. URL: https://developer.android.com/docs
3. 3.Java SE Documentation. Oracle Corporation. URL: https://docs.oracle.com/en/java

УДК 004.738.5:336.7

ВЕБ-ПОРТАЛ ВЕДЕННЯ ОСОБИСТОГО ФІНАНСОВОГО ОБЛІКУ

Железняков С.В., науковий керівник Корольчук В.І.

Зростання обсягів персональних фінансових операцій потребує ефективних засобів їх обліку, аналізу та контролю. Використання розрізнених інструментів, таких як електронні таблиці або мобільні нотатки, не забезпечує узгодженості даних, ускладнює відстеження фінансових потоків і знижує точність аналізу. Відсутність централізованого веб-орієнтованого рішення обмежує можливість системного контролю доходів і витрат, а також прогнозування фінансового стану. Тому актуальним є створення веб-порталу, який забезпечує структуроване ведення фінансових даних, їх аналітичну обробку та візуалізацію.

Об’єкт дослідження -процес обліку та аналізу особистих фінансів користувача.

Предмет дослідження - моделі даних, алгоритми обробки фінансових операцій та засоби візуалізації фінансової інформації у вебсистемах.

Мета дослідження - підвищення ефективності управління особистими фінансами шляхом формалізації структури даних і застосування інструментів аналітичної обробки та візуалізації.

Методи та інструменти. Веб-портал реалізовано за клієнт-серверною архітектурою з розподілом на рівні представлення, прикладної логіки та зберігання даних. Взаємодія між клієнтською частиною та сервером здійснюється через HTTP-запити із застосуванням REST-підходу.

Модель даних побудована на реляційній основі та включає сутності користувача, доходів, витрат, банківських рахунків, фінансових планів і звітів. Сутність Користувач є центральною та пов’язує всі фінансові операції. Сутності Доходи та Витрати забезпечують фіксацію грошових потоків, Банка використовується для обліку накопичень, а Фінансовий план дозволяє формувати бюджет на визначений період. Сутність Звіт забезпечує агрегування даних та їх представлення у вигляді аналітичних показників і графіків.

Цілісність даних забезпечується за рахунок первинних і зовнішніх ключів, обмежень унікальності та перевірок значень. Нормалізація до третьої нормальної форми виключає дублювання інформації та підвищує узгодженість структури бази даних.

Результати дослідження. Розроблена функціональна модель системи (рис. 1) відображає взаємодію користувачів із веб-порталом, включаючи введення фінансових даних, формування звітів та отримання аналітики.

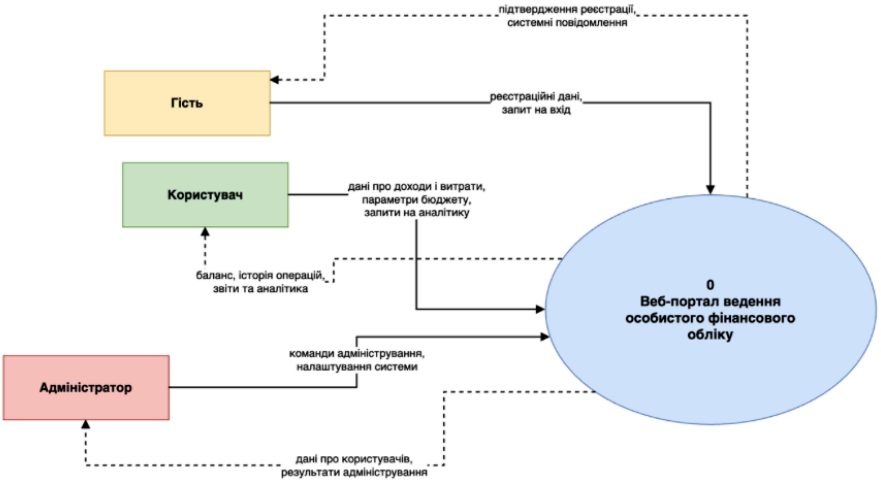


Рис. 1 DFD-0го рівня веб-порталу фінансового обліку

Розмежування ролей (гість, користувач, адміністрато р) дозволяє забезпечити контроль доступу до функцій системи.

Побудована діаграма класів (рис. 2) відображає логіку взаємозв'язків між фінансовими сутностями. Використання окремих таблиць для доходів, витрат і фінансових планів забезпечує гнучкість системи та можливість детального аналізу фінансових потоків.

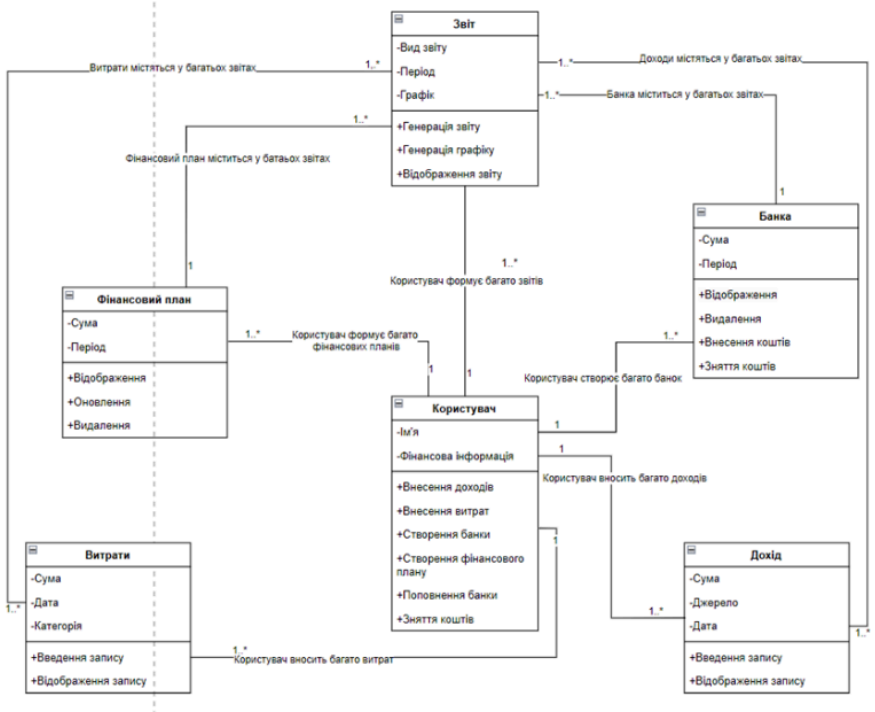


Рис. 2 Діаграма класів веб-порталу ведення особистого фінансового обліку

Апробація системи показала коректність виконання операцій додавання, редагування та аналізу фінансових даних. Використання агрегованих запитів дозволяє формувати звіти за періодами, а також оцінювати структуру витрат і доходів користувача.

Висновки. У результаті дослідження сформовано модель веб-порталу для ведення особистого фінансового обліку, що забезпечує централізоване зберігання фінансових даних, їх аналіз та візуалізацію. Використання реляційної моделі та клієнт-серверної архітектури дозволяє підвищити точність обліку та ефективність прийняття фінансових рішень. Запропоноване рішення може бути використане як основа для розробки персональних фінансових систем із розширеним функціоналом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Connolly T., Begg C. Database systems: a practical approach to design, implementation, and management. 6th ed. Harlow: Pearson Education, 2015. 1440 p.
2. Pressman R. S., Maxim B. R. Software engineering: a practitioner's approach. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020. 880 p.
3. Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. Design patterns: elements of reusable object-oriented software. Boston: Addison-Wesley, 1994. 395 p.
4. Krug S. Don't make me think: a common sense approach to web usability. 3rd ed. Berkeley: New Riders, 2014. 216 p.
5. Welling L., Thomson L. PHP and MySQL web development. 5th ed. Boston: Addison-Wesley, 2017. 976 p.
6. Mozilla Foundation. Web development documentation [Electronic resource]. URL: https://developer.mozilla.org/

УДК 004.51

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОДАЖУ ПРИКРАС

Литовка А.С., науковий керівник Кириченко В. В.

Актуальність теми «Програмне забезпечення для веб орієнтованої системи продажу прикрас» полягає у стрімкому розвитку електронної комерції та зростанні попиту на онлайн-платформи для продажу товарів.

Інтернет-магазини стали невід'ємною частиною сучасного бізнесу, оскільки дозволяють розширити ринок збуту, зменшити витрати на фізичні торгові точки та забезпечити зручність для користувачів. Особливо це актуально для сфери продажу прикрас, де важливу роль відіграє візуалізація товару, зручність вибору та швидкість оформлення замовлення.

Важливість розробки програмного забезпечення для веборієнтованої системи продажу прикрас полягає у створенні зручного інструменту для взаємодії користувача з системою, що забезпечує перегляд товарів, оформлення замовлень та обробку даних у єдиному середовищі. Реалізація такої системи дозволяє автоматизувати основні процеси інтернет-магазину та забезпечити їх стабільну роботу.

Проблеми, що вирішуються у роботі:

У процесі розробки було вирішено задачі організації відображення товарів, реалізації кошика та оформлення замовлення, а також збереження даних у базі PostgreSQL. Крім того, забезпечено взаємодію між клієнтською та серверною частинами через REST API та реалізовано базову логіку обробки платежів у вигляді окремого сервісу.

Метою розробки програмного забезпечення є створення веб орієнтованої системи продажу прикрас, яка забезпечує ефективну взаємодію між користувачем та системою, автоматизацію обробки замовлень, зручний інтерфейс та інтеграцію із зовнішніми сервісами.

Функціональні вимоги:

Користувач:

- Перегляд каталогу прикрас
- Пошук та фільтрація товарів
- Додавання товарів до кошика
- Оформлення замовлення
- Оплата замовлення
- Перегляд історії покупок

Адміністратор:

- Додавання та редагування товарів
- Управління замовленнями
- Контроль платежів
- Перегляд статистики продажів

Програмне забезпечення розроблено з використанням веб-технологій:

Користувацька частина реалізована за допомогою HTML, CSS та JavaScript і забезпечує відображення каталогу прикрас, перегляд інформації про товар та взаємодію з кошиком.

Серверна частина реалізована на мові програмування Python з використанням фреймворку Django. Обробка запитів здійснюється через REST API, створений за допомогою Django REST Framework.

Для роботи з даними використовується база даних PostgreSQL. Взаємодія із базою здійснюється через моделі Django, що дозволяє виконувати операції створення, читання та оновлення даних.

Логіка обробки платежів винесена в окремий модуль (services), що забезпечує відокремлення бізнес-логіки від представлення та дозволяє у майбутньому інтегрувати реальні платіжні сервіси без зміни основної архітектури.

Розгортання системи здійснюється за допомогою Docker, що дозволяє запускати сервер застосунку та базу даних у вигляді окремих контейнерів.

На рисунку 1 представлено діаграму прецедентів, яка демонструє ключові взаємодії між користувачами системи та самою системою.

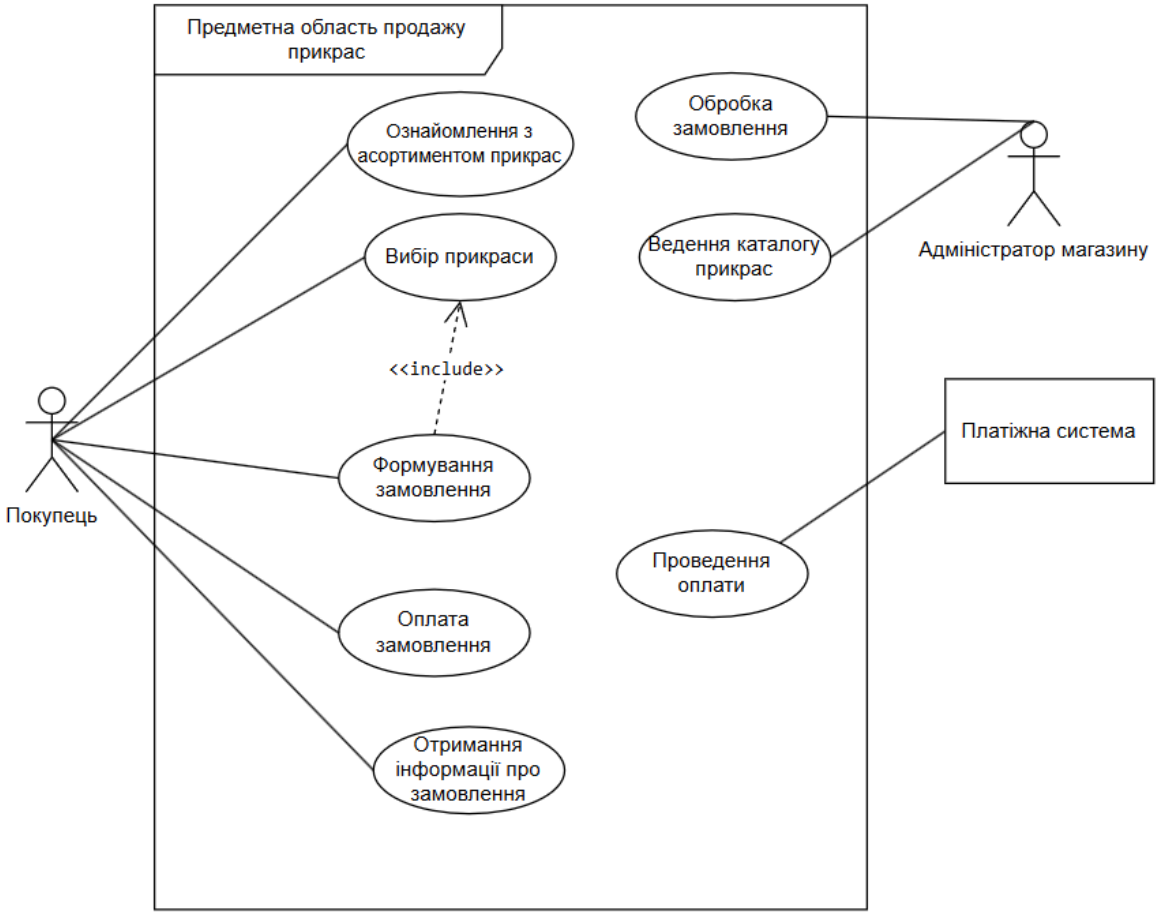


Рис. 1 Діаграма прецедентів

Висновки

У результаті роботи було розроблено програмне забезпечення веб орієнтованої системи продажу прикрас, яке реалізує основні функції інтернет-магазину: перегляд товарів, оформлення замовлення та обробку платежів.

Розроблена система має чітку структуру, що дозволяє розширювати її функціональність та інтегрувати додаткові сервіси без значних змін у коді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИ ДЖЕРЕЛ

1. Django Software Foundation. Django documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.djangoproject.com/
2. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.9:656.13:504.06

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ МЕГАПОЛІСІВ

Кипіч А.С., науковий керівник Вайганг Г.О.

Сучасні мегаполіси характеризуються високою інтенсивністю транспортних потоків, що призводить до погіршення екологічного стану міського середовища. Зростання кількості транспорту супроводжується збільшенням викидів забруднюючих речовин, зокрема оксидів азоту, вуглецю та дрібнодисперсних частинок. Транспортний сектор є одним із ключових джерел антропогенного навантаження, що зумовлює необхідність впровадження ефективних засобів моніторингу, аналізу та прогнозування екологічних показників [1].

Метою роботи є розробка інтелектуальної системи моніторингу екологічних параметрів транспортних потоків, що забезпечує збір, обробку, аналіз і прогнозування даних. Об’єктом дослідження є транспортні потоки міських територій, а предметом – методи та програмні засоби їх екологічного моніторингу.

Розробка системи здійснювалася з використанням сучасного технологічного стеку: серверна частина реалізована мовою Python із застосуванням Flask [2], аналітичний модуль — із використанням Pandas, NumPy та scikit-learn для побудови регресійної моделі прогнозування [3]. Клієнтська частина створена засобами HTML, CSS і JavaScript, а геопросторова візуалізація реалізована за допомогою Leaflet.js [4]. Додатково інтегровано AI-помічник на базі GPT-2 для обробки запитів користувача [5].

Архітектура системи побудована за клієнт-серверним принципом із модульною організацією, що забезпечує її гнучкість і масштабованість. Основні сценарії роботи системи наведено на рис. 1.

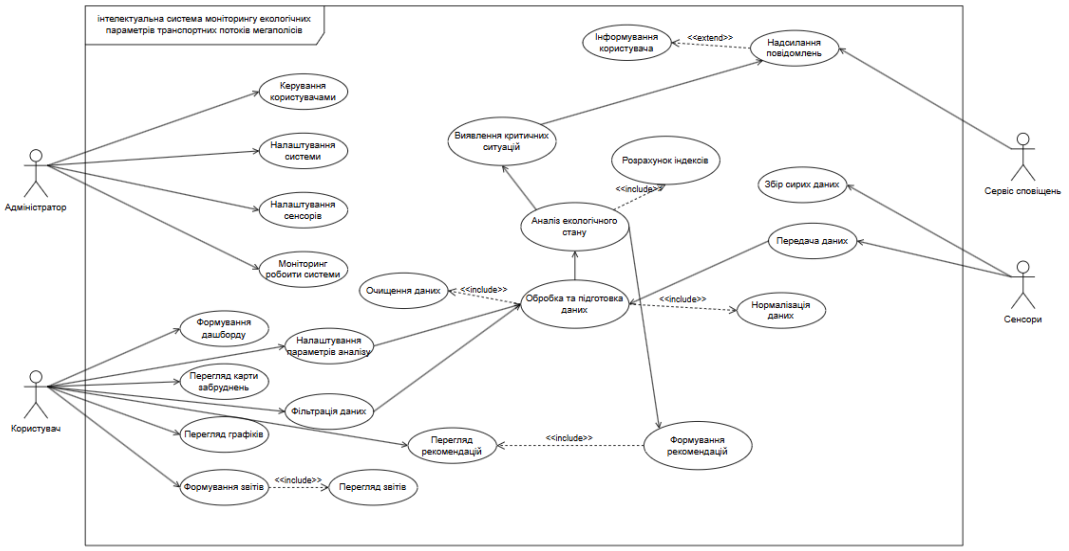


Рис.1 Діаграма прецедентів системи моніторингу транспортних потоків

У результаті роботи розроблено веб-застосунок для моніторингу екологічного стану транспортної інфраструктури в режимі реального часу. Система відображає дані на інтерактивній карті та у табличному вигляді з автоматичним визначенням рівня завантаженості, а також забезпечує додавання нових показників із географічною прив’язкою (рис. 2).

Аналітичний модуль базується на методах машинного навчання та дозволяє прогнозувати рівень викидів і формувати рекомендації. Результати подаються у вигляді графічних залежностей, що забезпечує наочність аналізу. Додатково AI-помічник надає узагальнені відповіді на запити користувача, а для порівняння використано зовнішні дані про стан повітря (рис. 3).

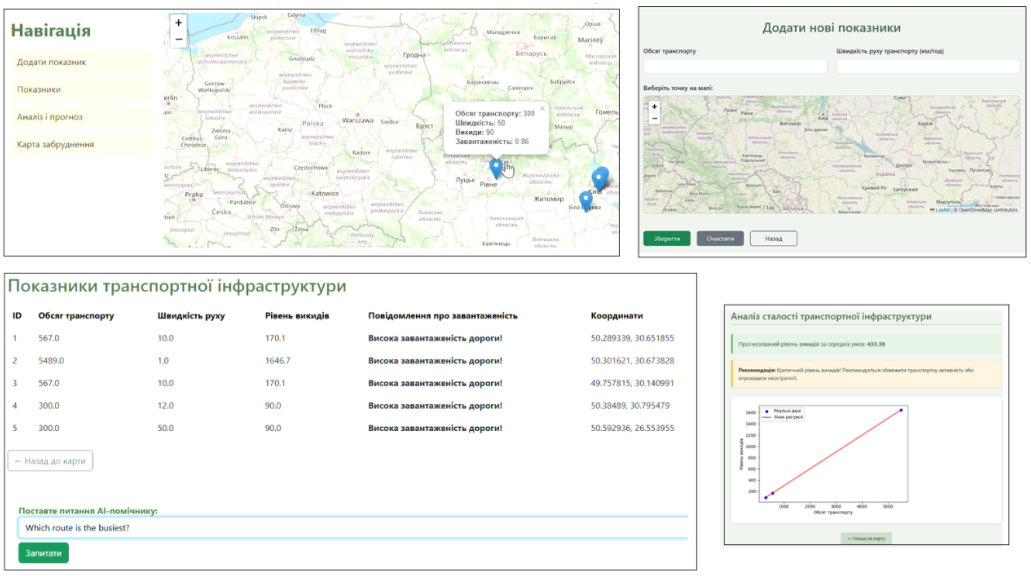


Рис. 2 Інтерфейс веб-застосунку: транспортні показники та аналітичні результати

Аналіз представлених на рис. 2 і рис. 3 даних свідчить про узгодженість результатів моделювання із реальними показниками якості повітря та підтверджує ефективність розробленого підходу до оцінювання екологічного стану транспортної інфраструктури.

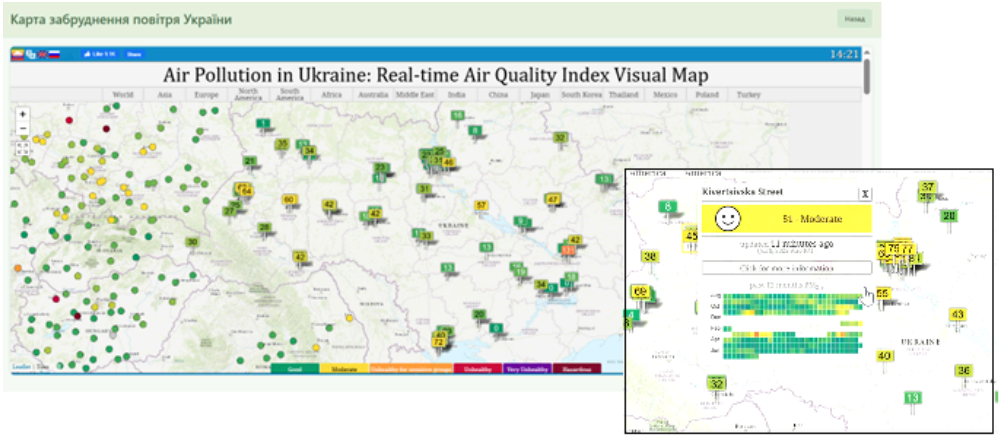


Рис. 3 Зовнішня карта якості повітря України для порівняльного аналізу

Таким чином, розроблена система поєднує засоби веб-розробки, аналізу даних і елементи штучного інтелекту в єдиному інформаційному середовищі, що дозволяє ефективно здійснювати моніторинг екологічних параметрів транспортних потоків. Практична реалізація підтверджує доцільність використання інтелектуальних підходів до аналізу транспортної інфраструктури та створює основу для подальшого розвитку системи шляхом інтеграції з реальними сенсорними мережами та розширення аналітичних можливостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. European Environment Agency. Air Pollution and Health. URL: https://www.eea.europa.eu
2. Python Software Foundation. Python Documentation. URL: https://docs.python.org
3. Scikit-learn developers. Scikit-learn: Machine Learning in Python (Documentation). – 2024. – URL: https://scikit-learn.org/stable/
4. Leaflet.js Documentation. URL: https://leafletjs.com
5. Radford A. et al. Language Models are Unsupervised Multitask Learners. OpenAI, 2019.

УДК 004.9

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОРГІВЛІ ВІРТУАЛЬНИМИ ПРЕДМЕТАМИ

Кумпан М.В., науковий керівник Боровик В.І.

Актуальність теми. Світовий ринок віртуальних ігрових предметів обчислюється мільярдами доларів річного обороту, проте торгівля на ньому залишається переважно ручною. Учасники одночасно відстежують десятки спеціалізованих маркетплейсів, ведуть облік позицій у різних кабінетах, узгоджують комісії та реагують на короткострокові цінові розбіжності протягом секунд. Існуючі рішення фрагментовані: вбудовані інструменти маркетплейсів обмежені простими ціновими сповіщеннями, сторонні розширення працюють у межах однієї платформи, а універсальні системи керування інвентарем не мають вбудованих засобів автоматизації угод. Це зумовлює потребу в спеціалізованому програмному забезпеченні, що поєднує облік, моніторинг та автоматизоване виконання операцій у межах єдиного клієнт-серверного рішення.

Об'єкт дослідження. Процеси автоматизованого керування торговими операціями з віртуальними предметами на спеціалізованих електронних маркетплейсах.

Предмет дослідження. Архітектурні рішення та технологічні засоби побудови клієнт-серверної системи з підтримкою декількох торгових стратегій.

Мета дослідження. Розробка програмного забезпечення TradeSync для автоматизації обліку, моніторингу та виконання торгових операцій з віртуальними предметами на основі сконфігурованих користувачем стратегій.

Завдання дослідження. Проаналізувати функціональні можливості та обмеження публічних API цільових маркетплейсів; спроектувати трирівневу архітектуру системи з розподілом відповідальності між клієнтським, серверним та виконавчим шарами; реалізувати модулі обліку акаунтів, інвентаризації, синхронізації балансів та конфігурації стратегій; забезпечити розширюваність архітектури для підключення нових торгових стратегій без зміни ядра системи.

Виклад основного матеріалу. TradeSync реалізовано як мультиплатформенний застосунок на базі Tauri 2.0 з єдиною кодовою базою для настільних (Windows, macOS, Linux) та мобільних (iOS, Android) платформ, а також веб-версією. Інтерфейс реалізовано на SvelteKit з компонентною бібліотекою shadcn/ui. Платформа об'єднує декілька функціональних модулів. Модуль інвентаризації забезпечує перегляд предметів у межах усіх підключених акаунтів, фільтрацію за назвою, типом, ціновим коридором та технічними характеристиками (значення зносу, індекс патерну, наявність StatTrak), а також синхронізацію цін з декількох маркетплейсів. Інтерфейс цього модуля показано на рис. 1. Модуль керування акаунтами реалізує підключення та зберігання облікових записів Steam із підтримкою двофакторної автентифікації через файли мобільного автентифікатора. Модуль балансів агрегує грошові кошти з усіх підключених платформ і відображає поточний фінансовий стан користувача. Модуль торгових стратегій надає інтерфейс для конфігурації автоматизованих сценаріїв виконання операцій із заданими користувачем критеріями.

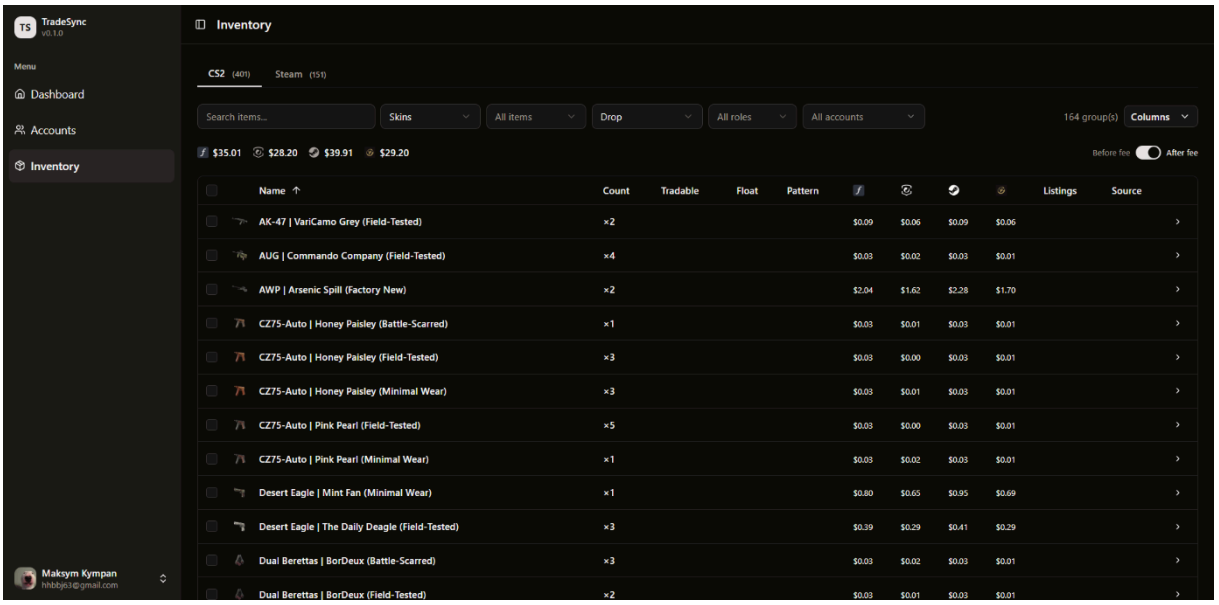


Рис. 1 Інтерфейс модуля інвентаризації з фільтрацією за характеристиками

Архітектурно система побудована за трирівневою схемою. Клієнтський рівень — мультиплатформенний застосунок Tauri 2.0 з SvelteKit-інтерфейсом і сервісним шаром для роботи з даними; завдяки єдиній кодовій базі підтримуються настільні (Windows, macOS, Linux), мобільні (iOS, Android) та веб-цільові платформи. Серверний рівень забезпечує Firebase: автентифікацію користувачів, базу даних Firestore для зберігання сутностей системи (акаунти, предмети, баланси, конфігурації стратегій) та Cloud Functions для планових задач і синхронізації цін. Виконавчий рівень — окремий Node.js-сервіс із чергою задач, що керує пулом Steam-ботів через бібліотеки steam-user, steamcommunity та steam-tradeoffer-manager і взаємодіє з API маркетплейсів CSFloat, Skinport, Buff163 та Steam Community Market. Розподіл відповідальності між рівнями забезпечує ізольованість фінансових операцій від інтерфейсу користувача та можливість горизонтального масштабування виконавчого шару при зростанні навантаження.

Висновок. Запропоноване програмне забезпечення TradeSync інтегрує облік багатоакаунтного інвентаря, керування фінансами та автоматизоване виконання угод у межах єдиного клієнт-серверного рішення. Модульна трирівнева архітектура забезпечує можливість розширення системи новими торговими стратегіями та підтримку додаткових маркетплейсів без зміни ядра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Steamworks Web API Reference [Електронний ресурс] / Valve Corporation. — Режим доступу: https://partner.steamgames.com/doc/webapi
2. CSFloat API Documentation [Електронний ресурс] / CSFloat Inc. — Режим доступу: https://docs.csfloat.com
3. node-steam-user: Steam client protocol library [Електронний ресурс] / DoctorMcKay. — Режим доступу: https://github.com/DoctorMcKay/node-steam-user
4. Tauri 2.0 Documentation [Електронний ресурс] / Tauri Working Group. — Режим доступу: https://v2.tauri.app
5. Cloud Firestore Documentation [Електронний ресурс] / Google LLC. — Режим доступу: https://firebase.google.com/docs/firestore

УДК 004.8:004.932

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ФОТОДІАГНОСТИКИ РОСЛИН НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Лесь М.О., науковий керівник Золотуха Р.А., PhD, старший викладач

Сучасне рослинництво потребує швидкого та обґрунтованого виявлення хвороб і стресових станів культур безпосередньо в польових умовах. Традиційна візуальна діагностика, що виконується фахівцем вручну, залишається трудомісткою, суб'єктивною та залежною від доступності експерта в потрібний момент. Розвиток комп'ютерного зору та методів глибокого навчання створив передумови для автоматизованого аналізу зображень рослин, а сучасні огляди підтверджують актуальність поєднання задач класифікації, виявлення та сегментації у межах єдиної прикладної системи [1, 2]. Однак практична цінність таких рішень істотно зростає лише тоді, коли користувач отримує не тільки назву ймовірного ураження, а й пояснювану рекомендацію, пов'язану з конкретним джерелом знань.

Метою роботи є розроблення та апробація прототипу локальної інформаційної системи фотодіагностики рослин за зображенням, що поєднує мобільний збір даних, сегментацію, клас-орієнтований пошук агрономічних знань і формування текстової відповіді з посиланням на джерело. Об'єктом дослідження є процес первинної діагностики візуально помітних уражень листя, а предметом дослідження є програмно-архітектурні рішення для локальної обробки зображень, визначення цільового класу та підготовки цитатно-підтвердженої відповіді. У межах дослідження розглянуто вузький сценарій локального використання системи без залежності від хмарної інфраструктури, що є важливим для конфіденційності даних і стабільної роботи в умовах нестійкого або відсутнього інтернет-з'єднання.

Запропонована архітектура має клієнт-серверний характер і складається з мобільного клієнта для збирання даних, локального серверного контуру обробки, модуля сегментації зображення, шару агрономічних знань та модуля генерації відповіді. Мобільний клієнт дає змогу користувачу створити запит і передати фото рослини безпосередньо з польових умов. Серверний контур приймає вкладення, виконує їх попередню перевірку та координує подальші етапи обробки. Використання легковагових моделей у мобільному сценарії є доцільним, оскільки дає змогу поєднати прийнятну точність із обмеженнями реального польового використання [3]. Окремий модуль сегментації виділяє релевантну зону зображення, після чого система визначає найбільш імовірний клас ураження й ініціює пошук у структурованому агрономічному корпусі знань.

Алгоритм функціонування системи реалізується як послідовність етапів: завантаження зображення, сегментація, визначення класу, пошук релевантного фрагмента знань і генерація відповіді з цитатним підтвердженням. Така схема принципово відрізняється від звичайного чат-бота, який формує відповідь лише на основі внутрішніх параметрів мовної моделі. У запропонованому підході зв'язок між результатом аналізу зображення та текстовою відповіддю є детермінованішим, оскільки вибір джерела знань виконується після встановлення цільового класу. Це узгоджується з retrieval-augmented підходом, де генерація спирається на зовнішню базу знань, а не тільки на параметри мовної моделі [4]. Додатково використовується принцип цитатно-підтвердженої відповіді, що дозволяє не тільки підвищити релевантність рекомендації, а й показати користувачу, на яке джерело спирається система під час формування висновку [5]. Узагальнену схему проходження даних через основні модулі наведено на рис. 1.



Рис. 1 Узагальнена схема локальної агрономічної підсистеми

Практична цінність системи полягає у поєднанні автономності, пояснюваності та обережної логіки прийняття рішення. Використання мобільного клієнта спрощує збір даних у полі, а серверне розділення компонентів забезпечує керованість обробки та відокремлення інтерфейсу від аналітичного ядра. Сегментація зображення звужує область аналізу та підвищує якість подальшої інтерпретації. Прив'язка пошуку знань до визначеного класу рослини або ураження зменшує ризик нерелевантної поради. Важливою властивістю є fail-closed логіка: за недостатньої впевненості система не видає категоричний діагноз, а повертає стриманий результат із повідомленням про недостатність підстав для надійного висновку. Для агрономічного сценарію така поведінка є коректнішою, ніж генерація умовно правдоподібної, але неперевіреної рекомендації.

Для перевірки підходу було реалізовано прототип локальної підсистеми, у якому відпрацьовано сценарій передавання зображення, сегментації, визначення ймовірного класу ураження та формування відповіді з посиланням на джерело. Апробація виконувалася на тестових зображеннях листя рослин із візуально помітними ознаками уражень та відповідними фрагментами агрономічної бази знань; вона підтвердила працездатність запропонованої послідовності обробки і доцільність використання локальної архітектури для задач первинної фотодіагностики. Подальший розвиток роботи може бути спрямований на розширення номенклатури підтримуваних класів, поглиблення агрономічної бази знань і вдосконалення механізмів оцінки впевненості результату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Liu J., Wang X. Plant Diseases and Pests Detection Based on Deep Learning: A Review. Plant Methods. 2021. Vol. 17. Art. 22. DOI: 10.1186/s13007-021-00722-9.
2. Divyanth L. G., Ahmad A., Saraswat D. A Two-Stage Deep-Learning Based Segmentation Model for Crop Disease Quantification Based on Corn Field Imagery. Smart Agricultural Technology. 2023. Vol. 3. Art. 100108. DOI: 10.1016/j.atech.2022.100108.
3. Chen W., Chen J., Duan R., Fang Y., Ruan Q., Zhang D. MS-DNet: A Mobile Neural Network for Plant Disease Identification. Computers and Electronics in Agriculture. 2022. Vol. 199. Art. 107175. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107175.
4. Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. P. 9459-9474.
5. Gao T., Yen H., Yu J., Chen D. Enabling Large Language Models to Generate Text with Citations. Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. 2023. P. 6465-6488. DOI: 10.18653/v1/2023.emnlp-main.398

УДК 004.65:336.6

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОБУТОВИХ ВИТРАТ З АНАЛІЗОМ БЮДЖЕТУ

Гановський А.С., науковий керівник Баранова Тетяна Альфредівна.

Актуальність. Побутові витрати формують основну частину повсякденних фінансових операцій користувача, тому їх несистемний облік ускладнює контроль залишку коштів, оцінювання перевитрат і планування бюджету. Використання паперових записів або розрізнених таблиць не забезпечує автоматичного підрахунку залишку, групування операцій за категоріями та швидкого формування звітів. Через це користувач отримує фінансову інформацію із затримкою, а рішення щодо коригування витрат приймаються без достатньої аналітичної основи. Отже, доцільним є застосування програмного забезпечення, яке поєднує введення доходів і витрат, контроль бюджетного ліміту та формування підсумкової звітності.

Об’єкт дослідження - процес обліку побутових доходів і витрат користувача.

Предмет дослідження - структура даних, алгоритми розрахунку залишку бюджету та програмні механізми аналізу побутових витрат.

Мета дослідження - підвищення точності контролю побутових фінансів шляхом централізованого зберігання операцій, автоматизованого розрахунку стану бюджету та формування аналітичних звітів.

Методи та інструменти. Основу програмного забезпечення становить об’єктно-орієнтована модель, у якій центральним елементом є сутність «Бюджет». Вона містить заплановану суму, залишок і період обліку, а також виконує операції обчислення залишку, перевірки ліміту та оновлення стану. Сутності «Дохід» і «Витрата» фіксують грошові операції користувача, зберігаючи суму, дату й опис запису. Для класифікації операцій використовується сутність «Категорія», яка дозволяє розділяти доходи та витрати за типами. Сутність «Звіт» призначена для узагальнення даних за період і подальшого експорту результатів.

Реалізація логіки системи передбачає перевірку коректності введених сум, прив’язку кожної операції до категорії та перерахунок залишку бюджету після додавання або редагування запису. Для збереження узгодженості даних застосовуються ідентифікатори сутностей, зв’язки типу «один-до-багатьох» між бюджетом і фінансовими операціями, а також розділення довідкової інформації та робочих записів. Такий підхід зменшує дублювання даних і спрощує формування аналітики.

Результати дослідження. Побудована діаграма класів (рис. 1) відображає основні сутності програмного забезпечення та зв’язки між ними. Клас «Користувач» керує бюджетом і переглядає звіти, клас «Бюджет» містить множину доходів і витрат, а клас «Категорія» забезпечує групування фінансових записів. Наявність класу «Звіт» дозволяє відокремити операційну частину обліку від аналітичного представлення результатів.

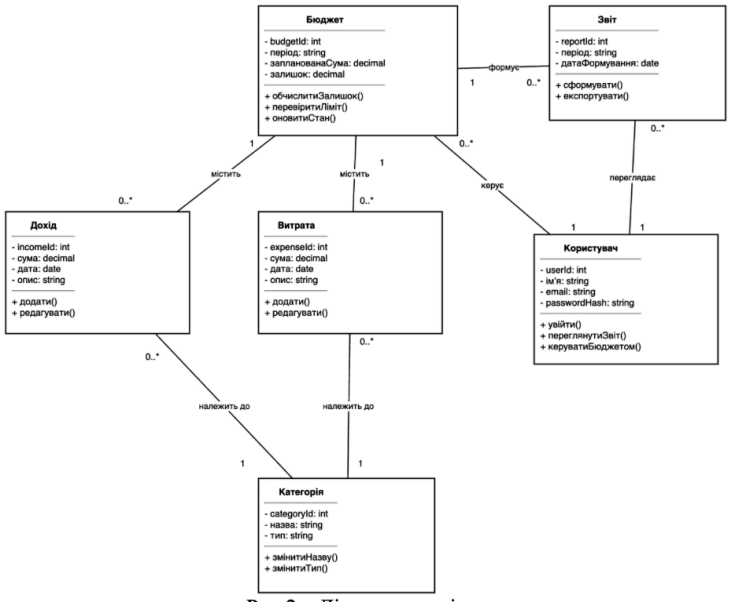


Рис. 1 Діаграма класів програмного забезпечення для обліку побутових витрат з аналізом бюджету

Запропонована структура дозволяє виконувати базові операції фінансового обліку: додавання доходу, внесення витрати, оновлення стану бюджету, перевірку перевищення ліміту та формування звіту за визначений період. Після внесення витрати система автоматично змінює залишок бюджету, а у разі наближення до встановленого ліміту забезпечує можливість виявлення ризику перевитрати. Це підвищує оперативність контролю та зменшує ймовірність помилок у ручних розрахунках.

Практична цінність запропонованої моделі полягає в тому, що вона може бути використана як основа для створення настільного, мобільного або веборієнтованого застосунку. Завдяки розділенню сутностей за функціональним призначенням система залишається простою для розширення: надалі можуть бути додані регулярні платежі, фінансові цілі, діаграми витрат, імпорт банківських операцій і прогнозування залишку бюджету.

Висновки. Сформована модель програмного забезпечення забезпечує структурований облік побутових витрат і доходів, автоматизує розрахунок залишку бюджету та створює основу для аналітичного оцінювання фінансової поведінки користувача. Використання класів «Бюджет», «Дохід», «Витрата», «Категорія» і «Звіт» дозволяє логічно відокремити облік операцій від їх аналізу. Запропоноване рішення може бути застосоване для підвищення фінансової дисципліни користувача та підтримки прийняття побутових фінансових рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Connolly T., Begg C. Database systems: a practical approach to design, implementation, and management. 6th ed. Harlow : Pearson Education, 2015. 1440 p.
2. Pressman R. S., Maxim B. R. Software engineering: a practitioner’s approach. 9th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2020. 880 p.
3. Fowler M. UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language. 3rd ed. Boston : Addison-Wesley, 2004. 208 p.
4. Larman C. Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development. 3rd ed. Upper Saddle River : Prentice Hall, 2004. 736 p.
5. Mozilla Foundation. MDN Web Docs: Web APIs. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API.

УДК 004.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРХІТЕКТУР НЕЙРОМЕРЕЖ У КЕРУВАННІ АВТОНОМНИМИ АГЕНТАМИ

Тищенко М.В., науковий керівник Руденський Р.А.

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується стрімким впровадженням систем штучного інтелекту в усі сфери людської діяльності. Одним із найперспективніших та водночас найскладніших напрямків є розробка автономних агентів від безпілотних автомобілів та літальних апаратів до складних промислових роботів. Головним викликом у цій галузі є створення надійних алгоритмів керування, здатних швидко та безпечно приймати рішення в умовах високої невизначеності та динамічної зміни середовища.

Традиційний підхід до навчання та тестування автономних систем у реальних фізичних умовах стикається з низкою критичних обмежень. По-перше, це надзвичайно висока вартість апаратного забезпечення та його обслуговування. По-друге, це ризик пошкодження обладнання або завдання шкоди оточуючим на ранніх етапах навчання моделі. По-третє, збір достатньої кількості даних для навчання у реальному світі може займати місяці або навіть роки. Саме тому використання технології Sim2Real та розробка віртуальних симуляційних середовищ стає безальтернативним галузевим стандартом.

У зв'язку з цим, метою роботи є створення та аналіз комплексної платформи для швидкого, безпечного та стандартизованого порівняння AI-моделей в однакових умовах. Технологічною базою для реалізації симуляційного середовища виступає сучасний ігровий рушій Unity у поєднанні з інструментарієм ML-Agents SDK. Система дозволяє паралельно реалізовувати та навчати агентів з різними архітектурами, серед яких класичні PPO, SAC та кастомні моделі.

Особлива увага у роботі приділена моделюванню функціональних вимог до розробленої системи за допомогою UML-діаграми прецедентів (Use Case Diagram), яка описує потреби користувачів та деталізує функціональну поведінку системи. Єдиним та ключовим актором у розробленій системі є «Дослідник».

Діаграма прецедентів відображає основні сценарії взаємодії дослідника з платформою, які включають: налаштування симуляційного середовища перед початком експерименту; вибір архітектури нейромережі та запуск навчання; моніторинг метрик ефективності (reward, кількість зіткнень, швидкість) у реальному часі; збереження поточного стану навченого агента для подальшого використання; а також експорт порівняльних результатів у форматах CSV або JSON для зовнішнього аналізу. Крім того, діаграма візуалізує додаткові системні залежності: обов'язкове налаштування гіперпараметрів при виборі архітектури (відношення «include») та можливість запуску inference (тестування без навчання) як розширення процесу збереження/завантаження моделі (відношення «extend»).

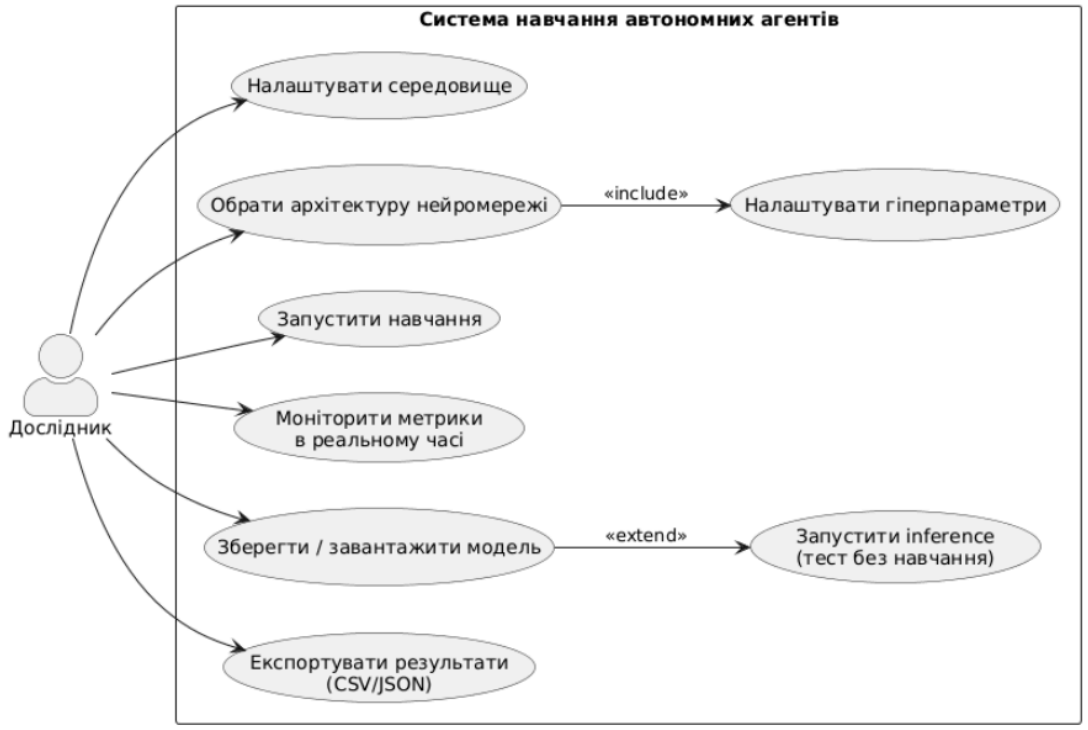


Рис. 1 Діаграма прецедентів системи навчання автономних агентів

Таким чином, запропонована платформа доводить свою практичну цінність та ефективність. Вона формує комплексну ціннісну пропозицію для академічних дослідників та AI-стартапів: можливість об'єктивно порівнювати моделі, зберігати найкращі стани у форматі .onnx та уникати значних витрат на розробку власної інфраструктури симуляції. Це створює надійне підґрунтя для подальших наукових досліджень у сфері автономного керування.

Ключові слова: автономні агенти, штучний інтелект, навчання з підкріпленням, нейромережі, Unity, ML-Agents, UML, діаграма прецедентів, Sim2Real.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційна документація та репозиторій Unity ML-Agents Toolkit. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/
2. What is Use Case Diagram – Visual Paradigm. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/

УДК 004.415.2:656.13

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ОРЕНДИ АВТОМОБІЛІВ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

Мулярчук С. С., науковий керівник: Баранова Т.А.

Ринок короткострокової оренди автомобілів поступово переходить від офлайн-обслуговування до цифрових платформ, де взаємодіють дві основні групи користувачів: хост, тобто власник або представник автопарку, який хоче здати автомобіль в оренду, та орендар, який шукає транспортний засіб на визначений період. Для такої моделі важливо не лише показати каталог авто, а й забезпечити довіру між сторонами, перевірку даних, прозоре ціноутворення, безпечну оплату та контроль виконання поїздки.

Метою роботи є проектування та реалізація інформаційної системи оренди автомобілів з підтримкою бронювання, оплати та контролю поїздок, яка автоматизує процес взаємодії орендодавця і орендаря. Хост реєструє автомобіль, додає технічні характеристики, фото, добову ставку, розмір застави, умови доставки та часові обмеження доступності. Орендар задає дату, місце отримання і повернення, обирає автомобіль, створює заявку на бронювання, проходить перевірку водійського посвідчення та виконує оплату. Адміністратор платформи контролює користувачів, спірні ситуації, повернення застави і фінансову звітність.

Наукова новизна роботи полягає в інтеграції моделі взаємодії «хост - орендар» із автоматизованим контролем станів оренди та перевіркою користувачів, що дає змогу зменшити ризик порушень умов договору та забезпечити прозорість розрахунків між сторонами.

Архітектуру побудовано за клієнт-серверним підходом з використанням REST API і чітким розподілом на клієнтський, серверний та базовий рівні [3]. Клієнтський застосунок реалізовано на Next.js із використанням React і TypeScript [1]. Серверна частина створена на FastAPI, що дає змогу описувати REST-ендпоінти та формувати OpenAPI-документацію [2]. Дані зберігаються у PostgreSQL, оскільки платформа потребує надійних транзакцій, зв'язків між сутностями, обмежень цілісності та подальшого масштабування. Для авторизації застосовано JWT, а доступ до функцій розмежовано за ролями: адміністратор, хост, співробітник і орендар.

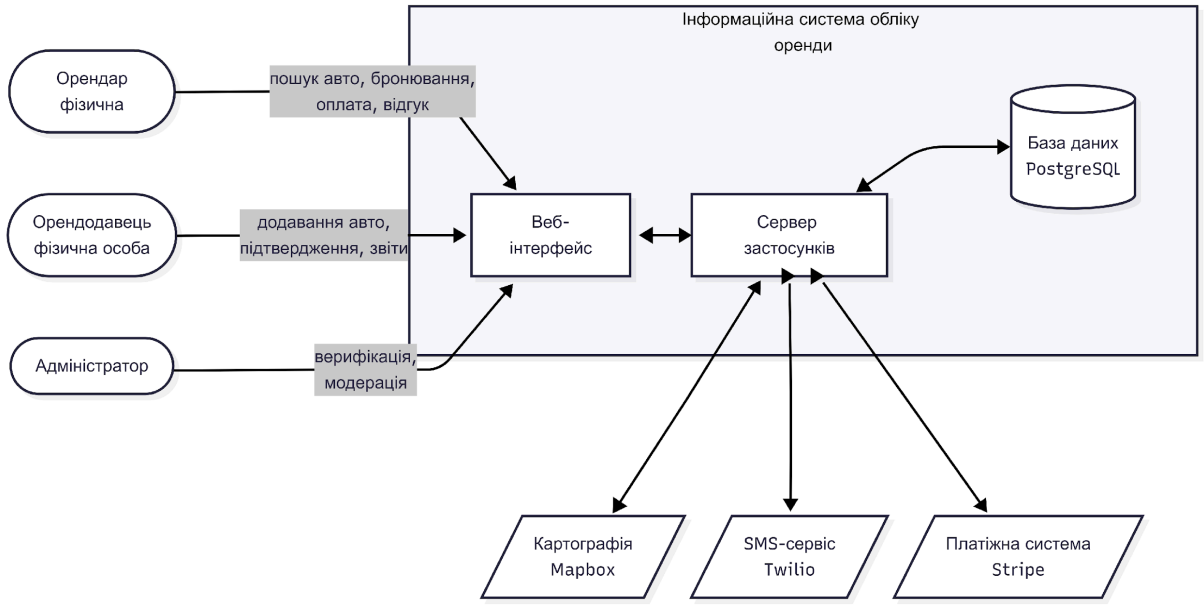


Рис. 1 Процес взаємодії користувачів у системі оренди автомобілів

На рисунку 1 зображено архітектуру інформаційної системи обліку оренди. У системі передбачено три ролі користувачів: орендар, орендодавець та адміністратор. Взаємодія з платформою здійснюється через веб-інтерфейс, який забезпечує доступ до всіх функцій системи.

Орендар виконує пошук автомобілів, створює бронювання, здійснює оплату та залишає відгуки. Орендодавець додає автомобілі, обробляє заявки та формує звітність. Адміністратор відповідає за верифікацію користувачів і модерацію. Обробка запитів реалізована на сервері застосунків, який взаємодіє з базою даних PostgreSQL та зовнішніми сервісами.

Система інтегрована з Stripe для обробки платежів, Twilio для надсилання SMS-повідомлень і Mapbox для роботи з картами. Функціонально вона включає модулі пошуку та фільтрації, бронювання, оплат, відгуків і адміністративного контролю, що дозволяє автоматизувати процес оренди, зменшити кількість ручних операцій і підвищити ефективність взаємодії між користувачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Next.js Documentation. The React Framework for the Web [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://nextjs.org/docs (дата звернення: 10.04.2026).
2. FastAPI Documentation. FastAPI framework, high performance, easy to learn, fast to code [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://fastapi.tiangolo.com (дата звернення: 10.04.2026).
3. PostgreSQL 16 Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/16 (дата звернення: 10.04.2026).
4. Stripe API Reference [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://stripe.com/docs/api (дата звернення: 10.04.2026).
5. Mapbox Search Box API Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://docs.mapbox.com/api/search/search-box (дата звернення: 10.04.2026).

УДК 004.42:004.94

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕДАКТОРА ДВОМІРНОЇ ГРАФІКИ ТА АНІМАЦІЇ

Герасименко В., науковий керівник Недьошев М.В.

Актуальність теми. Сучасні засоби створення двомірної графіки та покадрової анімації часто потребують встановлення спеціалізованого програмного забезпечення, що ускладнює швидкий початок роботи, доступ до проєкту з різних пристроїв і колективне редагування. Тому розроблення веборієнтованого редактора, який поєднує засоби малювання, керування кадрами, шари та спільну роботу в реальному часі, є актуальним прикладним завданням.

Об'єкт дослідження. Процес створення та редагування двомірної графіки і покадрової анімації у вебсередовищі.

Предмет дослідження. Методи, моделі та програмні засоби реалізації вебредактора, що підтримує роботу з кадрами, шарами, засобами малювання, спільним доступом і експортом результатів.

Мета дослідження. Підвищення доступності та ефективності створення двомірної графіки й анімації шляхом розроблення вебзастосунку з інтерактивним редактором і функціями колективної взаємодії.

Завдання дослідження. Проаналізувати вимоги до редактора; спроєктувати клієнт-серверну архітектуру; реалізувати модулі кадрів і шарів; забезпечити спільний доступ, presence та блокування конфліктних змін; реалізувати експорт анімації та оцінити практичну придатність системи.

Розроблена система реалізована як клієнт-серверний вебзастосунок. Серверна частина побудована на Django з ASGI-розгортанням, що дає змогу поєднати HTTP-запити та двосторонній обмін повідомленнями через WebSocket. Для зберігання даних використано PostgreSQL, а для передавання подій у реальному часі — Redis і Channels. Клієнтська частина працює безпосередньо у браузері та використовує canvas-орієнтований інтерфейс, який забезпечує малювання, керування кадрами, шарами і параметрами проєкту. На рис. 1 наведено UML-схему основних варіантів використання та інтерфейс редактора.

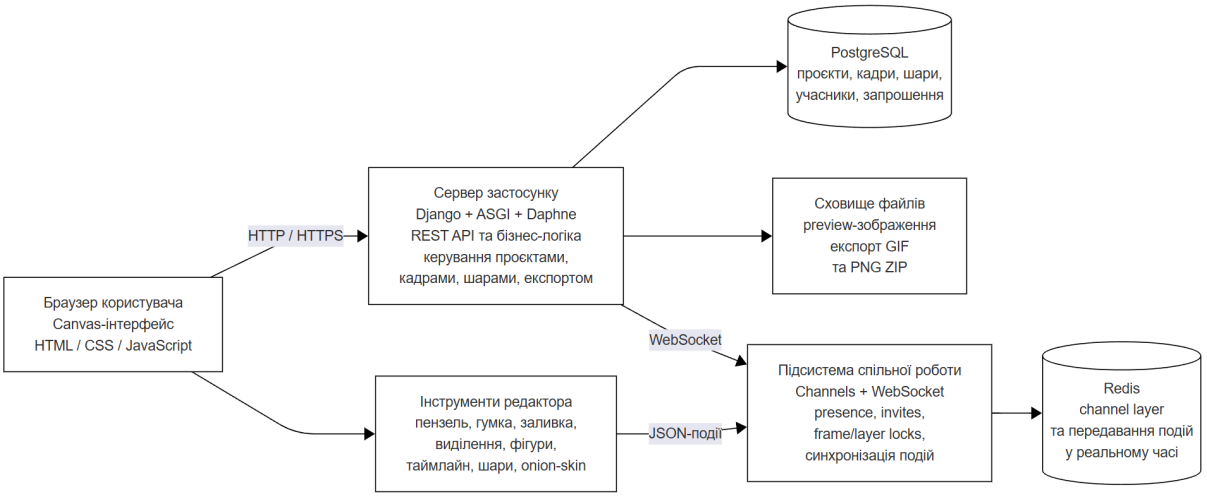


Рис. 1 Узагальнена архітектура вебредактора двомірної графіки та анімації

Модель даних охоплює сутності проєкту, кадру, шару, учасника, запрошення до спільної роботи, сесії присутності користувача та блокувань кадру або шару. Така структура забезпечує збереження творчого результату, розмежування прав доступу та контроль колективного редагування. Для власника проєкту передбачено надсилання запрошень із ролями editor і viewer, а для підключених користувачів — відстеження

активної сесії, поточного кадру та статусу участі. Підсистема блокувань запобігає конфліктним змінам одного й того самого елемента.

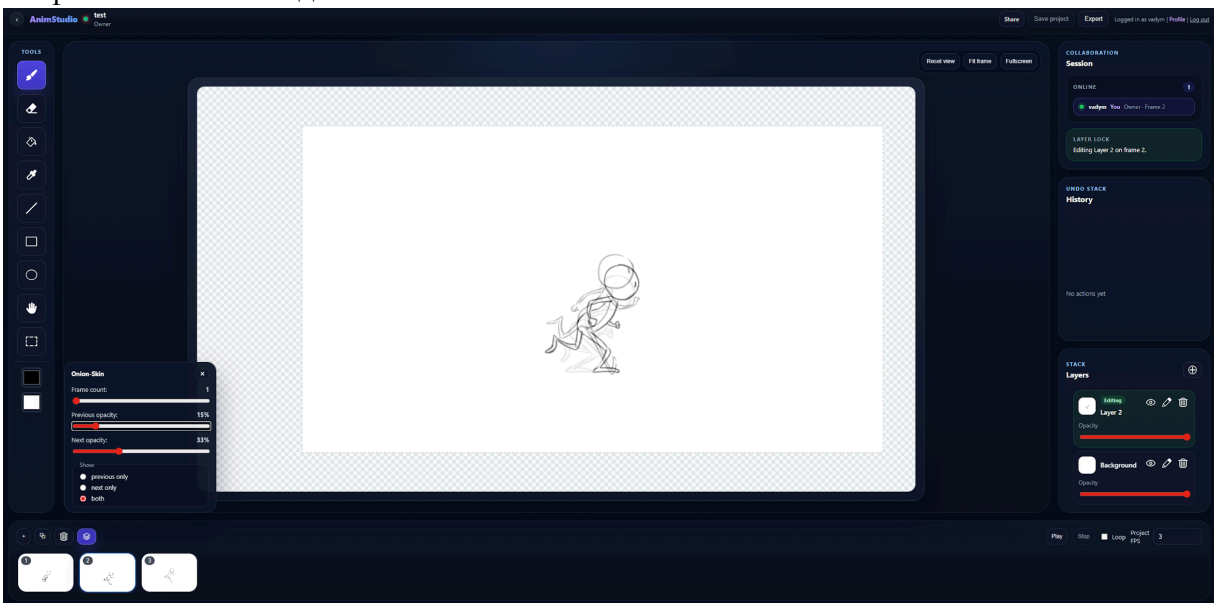


Рис. 2 Інтерфейс вебредактора двомірної графіки й анімації

Функціональність редактора орієнтована на типові дії, необхідні для створення двомірної анімації. У системі реалізовано інструменти пензля, гумки, заливки, піпетки, побудови лінії, прямокутника та еліпса, режими панорамування і виділення, палітру кольорів, історію дій, список шарів і таймлайн кадрів. Користувач може додавати, дублювати, видаляти та впорядковувати кадри, змінювати властивості шару, перемикати видимість і прозорість, а також користуватися режимом onion-skin для перегляду сусідніх кадрів.

Важливою перевагою системи є підтримка взаємодії у реальному часі. Через WebSocket передаються події присутності, переходи між кадрами, блокування шарів і кадрів та допоміжні сигнали спільного перегляду процесу редагування. Реалізовано експорт результатів у форматах GIF та PNG sequence у ZIP-архіві. Отже, розроблене програмне забезпечення забезпечує доступне браузерне середовище для створення двомірної графіки та анімації і має практичну цінність для навчання, студентських проєктів і невеликих творчих команд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Django documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://docs.djangoproject.com/
2. Channels documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://channels.readthedocs.io/
3. Canvas API [Електронний ресурс] // MDN Web Docs. – Режим доступу до ресурсу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API
4. PostgreSQL documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.9:504.06

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕБСЕРВІСУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ

Маслиган В.Р., науковий керівник Ніколаєнко Д.В.

Збільшення кількості джерел екологічних даних та частоти їх оновлення потребує застосування ефективних засобів їх обробки, зберігання та аналізу. Використання неструктурованих або розрізнених систем моніторингу ускладнює відстеження змін екологічного стану, призводить до втрати узгодженості даних і обмежує можливості оперативного прийняття рішень. Відсутність інтегрованого вебсервісу з функціями аналітики та візуалізації не дозволяє ефективно оцінювати динаміку показників і виявляти критичні відхилення. Тому актуальним є створення системи, що забезпечує централізований збір, обробку та наочне представлення екологічної інформації.

Об’єкт дослідження - процес збору, зберігання та аналізу екологічних показників моніторингу.

Предмет дослідження - моделі даних, алгоритми обробки та методи візуалізації екологічної інформації у веборієнтованих системах.

Мета дослідження - підвищення ефективності аналізу екологічного стану шляхом формалізації структури даних моніторингу та застосування засобів інтерактивної візуалізації.

Методи та інструменти. Система реалізована за клієнт-серверною архітектурою з розподілом на рівні представлення, прикладної логіки та зберігання даних. Взаємодія між компонентами здійснюється через REST-інтерфейс із використанням HTTP-протоколу. На рівні прикладної логіки реалізовано функціональні модулі збору даних спостережень, обробки екологічних показників, аналізу динаміки та формування аналітичних звітів.

Модель даних побудована на реляційній основі та включає сутності користувача, ролі, пункту спостереження, екологічного показника, спостереження, візуалізації та аналітичного звіту. Нормалізація структури до третьої нормальної форми дозволяє мінімізувати надлишковість даних та забезпечити їх узгодженість.

Результати дослідження. Розроблена діаграма класів системи (рис. 1) відображає структуру зберігання даних екологічного моніторингу. Центральною сутністю є «Спостереження», яка пов’язує конкретний екологічний показник із пунктом спостереження та фіксує значення у визначений момент часу.

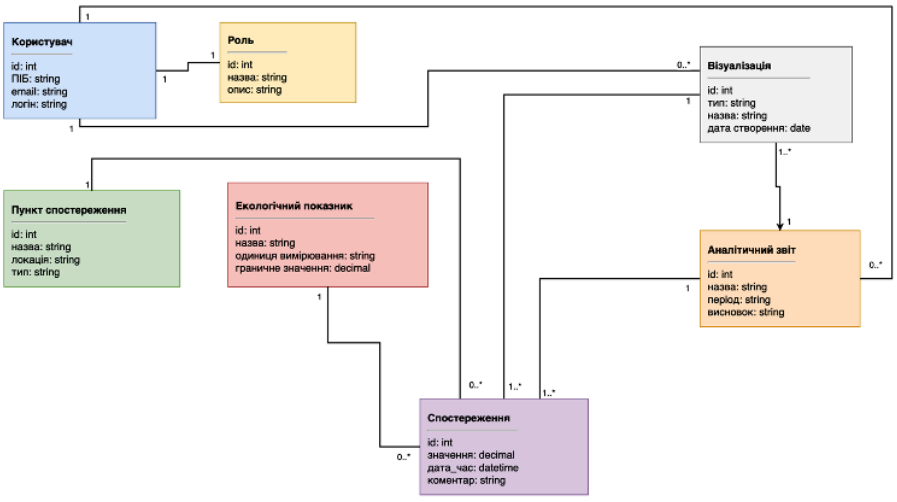


Рис. 1 ER-діаграма вебсервісу аналізу екологічних показників

Функціональні можливості системи (рис. 2) визначаються сценаріями використання, що включають отримання даних спостережень, перегляд показників,

аналіз їх динаміки, порівняння за періодами та формування аналітичних звітів. Взаємодія користувачів із системою реалізована через ролі оператора моніторингу, еколога-аналітика та керівника установи, що дозволяє розмежувати доступ до функцій системи.

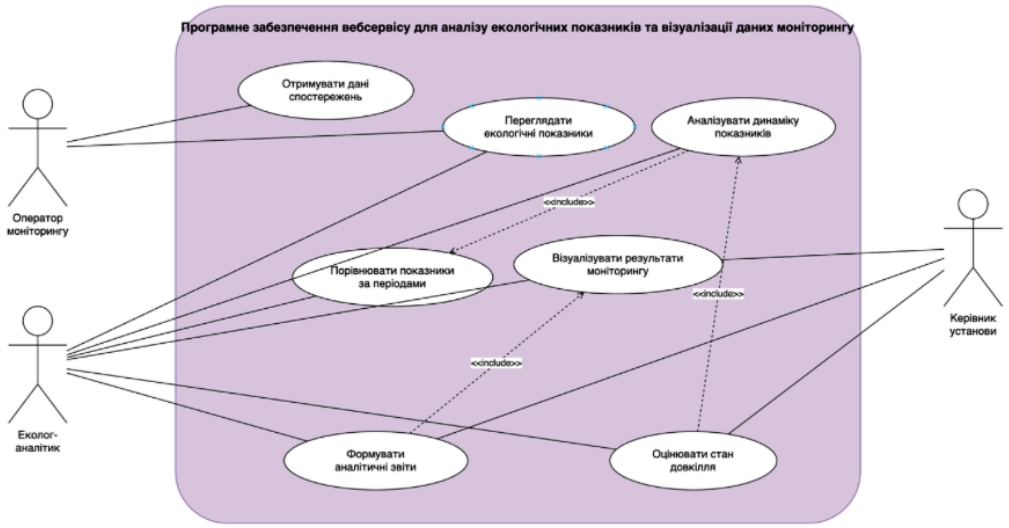


Рис. 2 Діаграма прецедентів вебсервісу аналізу екологічних показників

Практична перевірка функціонування системи показала коректність збору даних, їх збереження та обробки, а також ефективність побудови графічних представлень і звітів. Використання агрегатних запитів дозволяє отримувати узагальнені показники в реальному часі, що підвищує оперативність аналізу.

Висновки. У результаті дослідження сформовано модель вебсервісу для аналізу екологічних показників, яка забезпечує структурований підхід до обробки даних моніторингу. Використання реляційної моделі та модульної архітектури дозволяє підвищити точність збереження даних і ефективність їх аналізу. Запропоноване рішення забезпечує можливість інтерактивної візуалізації результатів і може бути використане для підтримки прийняття управлінських рішень у сфері екологічного контролю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Elmasri R., Navathe S. B. *Fundamentals of database systems*. 7th ed. Boston: Pearson, 2017. 1272 p.
2. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. *Database system concepts*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2019. 1376 p.
3. Sommerville I. *Software engineering*. 10th ed. Boston: Pearson, 2016. 816 p.
4. Date C. J. *An introduction to database systems*. 8th ed. Boston: Addison-Wesley, 2024. 1024 p.
5. ISO/IEC 25010:2011. *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*. Geneva: ISO, 2011.
6. Microsoft. SQL Server documentation [Electronic resource]. Mode of access: https://learn.microsoft.com/sql
7. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL documentation [Electronic resource]. Mode of access: https://www.postgresql.org/docs//

УДК 004.9:658.56

ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ БІЗНЕСОМ

Шаговий Ю.В., науковий керівник Смолій В.М.

Ефективне управління малим бізнесом в умовах цифровізації потребує оперативного доступу до достовірних даних та їх аналітичної обробки. Використання розрізнених джерел інформації, включаючи локальні облікові системи та зовнішні сервіси, призводить до фрагментації даних, затримок у прийнятті рішень і зниження точності оцінювання діяльності підприємства. Відсутність інтегрованого програмного рішення обмежує можливість комплексного аналізу фінансово-економічних показників і контролю виконання бізнес-процесів. Отже, актуальним є створення застосунку, що забезпечує автоматизований збір, інтеграцію та аналітичну обробку даних у режимі реального часу.

Об’єкт дослідження - процес управління діяльністю малого підприємства в умовах використання інформаційних технологій.

Предмет дослідження - моделі даних, алгоритми інтеграції інформації та методи розрахунку показників ефективності управління.

Мета дослідження - підвищення ефективності управлінських рішень шляхом автоматизації збору, обробки та аналітичного представлення бізнес-даних.

Методи та інструменти. Програмний застосунок реалізовано за клієнт-серверною архітектурою з виділенням рівнів інтерфейсу, прикладної логіки та бази даних. Взаємодія між компонентами здійснюється через REST API з використанням HTTP-протоколу.

Особливістю системи є підтримка інтеграції із зовнішніми обліковими сервісами, що дозволяє імпортувати фінансові та операційні дані. У процесі обробки даних реалізовано такі етапи: автентифікація користувача, доступ до облікової інформації, імпорт або введення даних, їх збереження, обчислення ключових показників ефективності та формування аналітичних звітів.

Модель даних побудована на реляційній основі та включає сутності користувачів, ролей, бізнес-операцій, показників ефективності та звітів. Для забезпечення цілісності застосовано первинні та зовнішні ключі, обмеження унікальності та перевірки значень. Розрахунок KPI виконується на основі агрегованих запитів до бази даних із урахуванням часових періодів.

Результати дослідження. Розроблена модель взаємодії компонентів системи (рис. 1) відображає послідовність виконання операцій - від авторизації користувача до формування аналітичного звіту. Передбачено обробку альтернативних сценаріїв, зокрема перевірку коректності даних та імпорт інформації із зовнішніх систем. Це дозволяє забезпечити гнучкість роботи застосунку та адаптацію до різних джерел даних.

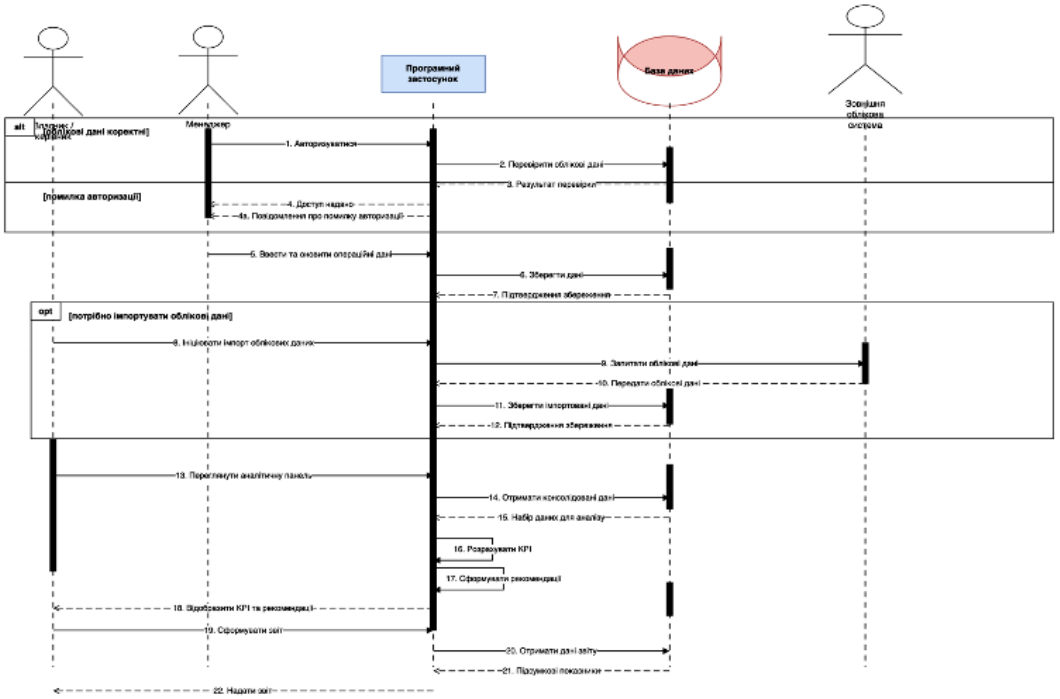


Рис. 1 Діаграма послідовності процесу аналізу ефективності управління

У результаті реалізації застосунку забезпечено автоматизацію обробки даних, що дозволяє виконувати розрахунок показників ефективності, формувати рекомендації та генерувати звітність. Використання аналітичної панелі дозволяє візуалізувати ключові метрики діяльності підприємства та оперативно оцінювати їх зміни.

Практична апробація підтвердила коректність виконання операцій імпорту, збереження та обробки даних, а також стабільність формування аналітичних результатів у реальному часі.

Висновки. У результаті дослідження сформовано модель програмного застосунку, що забезпечує інтеграцію даних, автоматизований розрахунок показників ефективності та аналітичну підтримку управління малим бізнесом. Запропоноване рішення підвищує достовірність аналізу, забезпечує оперативність прийняття рішень та створює основу для подальшого розвитку систем підтримки управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Turban E., Volonino L. Information technology for management. 11th ed. Hoboken: Wiley, 2020. 720 p.
2. Laudon K. C., Laudon J. P. Management information systems. 16th ed. Harlow: Pearson, 2021. 688 p.
3. Davenport T. H. Process innovation: reengineering work through information technology. Boston: Harvard Business School Press, 1993. 352 p.
4. Kimball R., Ross M. The data warehouse toolkit. 3rd ed. Indianapolis: Wiley, 2013. 600 p.
5. Few S. Information dashboard design. 2nd ed. Burlingame: Analytics Press, 2013. 276 p.

УДК 004.42

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ РЕКЛАМНОГО ПРОДУКТУ

Леонтович О. С., науковий керівник Корнілов І. С.

Актуальність теми. Сучасна цифрова реклама вимагає швидкого створення банерів, анімованих креативів і рекламних матеріалів для оперативного перегляду та погодження. Традиційний підхід потребує кількох окремих інструментів, що збільшує час виробництва та підвищує ризик помилок при експорті. Попит на єдиний браузерний інструмент без встановлення програм обумовлює актуальність дослідження [1, 2].

Об'єктом є процес створення цифрових рекламних матеріалів засобами браузерних інструментів. Предметом є архітектура та функціональність веб-редактора рекламних креативів.

Мета роботи. Метою є реалізація вебзастосунку з візуальним редактором, безкодовим підходом до анімації (no-code), ручним редагуванням JS/CSS та експортом у HTML, GIF і MP4. Додатково передбачено командну роботу з розмежуванням ролей, перевіркою якості (QA) та платіжною активацією робочого простору (workspace) [1, 2].

Архітектурне рішення. Систему побудовано на клієнтській частині React/Vite [2, 3] та хмарному бекенді Supabase [1]. На фронтенді реалізовано canvas-редактор, панелі шарів, інспектор властивостей, редактори JS/CSS, no-code Timeline Editor, попередній перегляд та модулі експорту. PostgreSQL зберігає проєкти і платежі; Edge Functions обробляють транзакції; Realtime забезпечує синхронізацію статусів [1]. Архітектуру розгортання системи наведено на рис. 1.

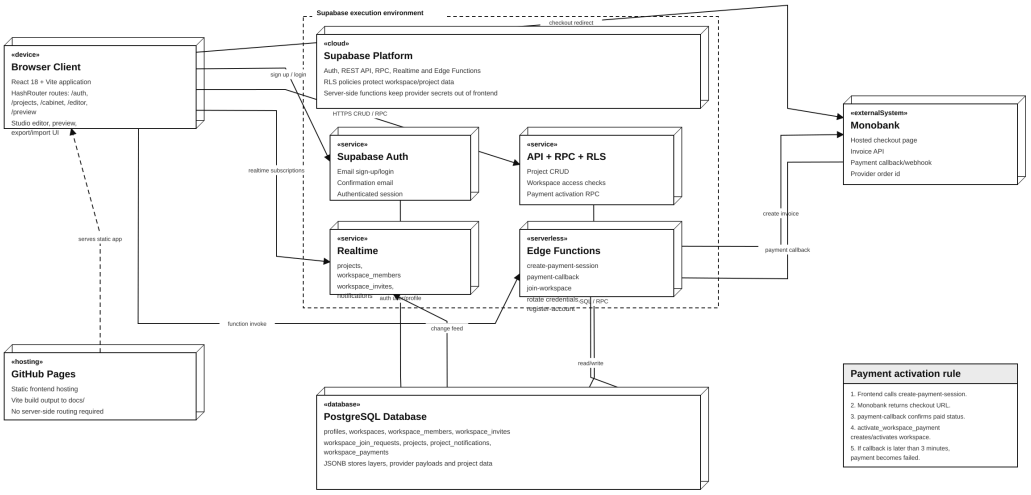


Рис. 1 Діаграма розгортання системи Creative Workflow Studio

Основним модулем є Studio Editor з canvas, панеллю шарів, інспектором властивостей, JS/CSS-редактором і no-code Timeline Editor. Анімацію налаштовують обираючи елемент, тип руху та тривалість; для складних сценаріїв доступне редагування GSAP-коду [4]. Для командної роботи реалізовано особистий та командний workspace з ролями власника, керівника, розробника і QA і платіжною активацією через Monobank [5]. Схему даних системи наведено на рис. 2. Вона охоплює таблиці profiles, workspaces, workspace_members, projects, project_notifications та workspace_payments [1]. Таблиця projects зберігає назву креативу, формат, орієнтацію, код анімації, CSS-стилі, сцену та відповідальних учасників. Таблиця workspace_members пов'язує користувачів із робочим простором через зовнішні ключі та поле ролі, а project_notifications зберігає повідомлення про зміни статусу проєкту. Платіжні транзакції фіксуються у workspace_payments із прив'язкою до workspace та ідентифікатора платежу Monobank

[5]. RLS-політики обмежують доступ до командних дій залежно від ролі; SQL/RPC-функції обслуговують платежі, повідомлення та синхронізацію [1].

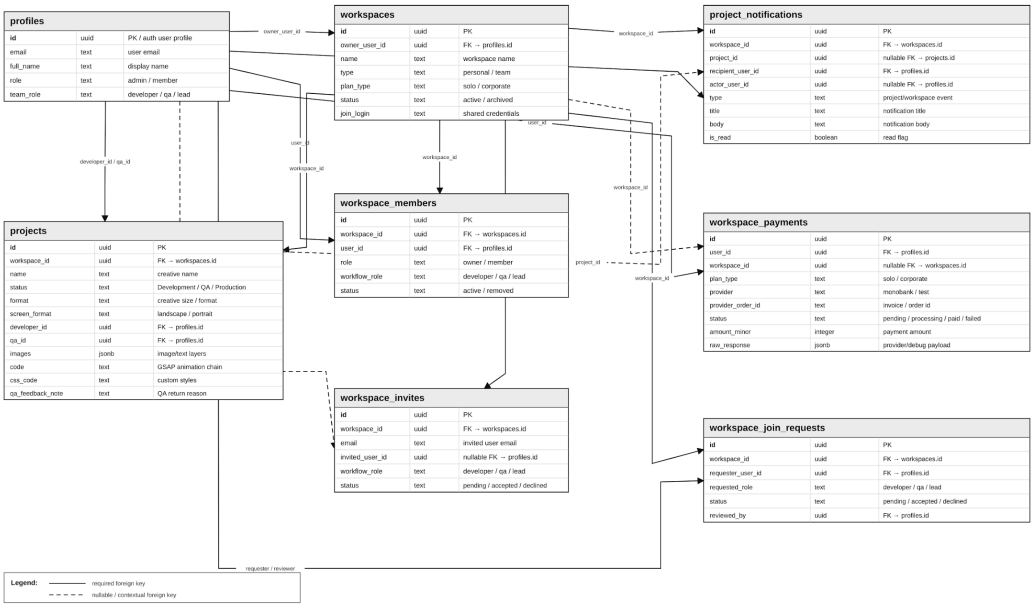


Рис. 2 ERD основних таблиць Supabase

Висновки. У результаті розроблено вебзастосунок із підтримкою створення й імпорту HTML-креативів, редагування canvas, no-code timeline-анімації [4], JS/CSS-редакторів, попереднього перегляду, експорту у HTML/GIF/MP4, клонування проєктів, управління робочим простором, зворотного зв'язку QA та синхронізації в реальному часі [1, 5]. Система об'єднує в одному браузерному середовищі весь цикл підготовки рекламного матеріалу – від візуального редагування до командної перевірки й фінального експорту – без встановлення настільних програм. Це скорочує час виробництва креативів, спрощує внесення правок і знижує поріг входу для команд без досвіду роботи в графічних редакторах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Supabase. Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://supabase.com/docs
2. React. Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://react.dev/
3. Vite. Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://vitejs.dev/guide/
4. GSAP. GreenSock Animation Platform Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://gsap.com/docs/
5. Monobank. Інтернет-еквайринг та API документація [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://api.monobank.ua/

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ КІБЕРСПОРТИВНИХ ТУРНІРІВ

Чех С.О., науковий керівник Бородкіна І.Л.

У сучасних умовах стрімкого розвитку кіберспорту особливої актуальності набуває автоматизація процесів обліку турнірів, команд, гравців і результатів матчів. Особливо це стосується дисципліни Counter-Strike 2, яка має велику кількість командних змагань, складну структуру матчів та високі вимоги до оперативного оновлення інформації. Використання розрізнених таблиць, ручного ведення статистики та нецентралізованого зберігання даних ускладнює адміністрування турнірів, підвищує ймовірність помилок та знижує швидкість доступу до актуальної інформації. Саме тому розроблення інформаційної системи обліку кіберспортивних турнірів CS2 є важливим завданням для підвищення ефективності організації та супроводу змагань.

Метою проєкту є створення інформаційної системи, яка забезпечує централізоване зберігання, обробку та актуалізацію даних про турніри CS2, матчі, команди, гравців, сповіщення та аналітичні показники. На основі дослідженого проєкту система реалізована у вигляді мобільного застосунку з серверною частиною. Клієнтський рівень розроблено на Flutter, серверну частину реалізовано на NestJS, а для збереження даних використовується MongoDB. Для кешування та підтримки подій у реальному часі може застосовуватися Redis. Така архітектура забезпечує гнучкість, масштабованість і швидкодію системи.

На відміну від універсальних платформ, що підтримують декілька ігрових дисциплін, дана система орієнтована виключно на CS2. Це дозволяє точніше відобразити специфіку предметної області та реалізувати функціонал, характерний саме для цієї гри. Зокрема, система підтримує облік серій формату BO1 (Best of 1), BO3 (Best of 3) та BO5 (Best of 5), ведення вето мап, фіксацію результатів окремих мап, хронології подій матчу, посилань на трансляції та демо-записи, а також збереження статистики гравців і команд. Така спеціалізація підвищує точність моделювання даних та зручність використання системи для організаторів і учасників турнірів CS2.

Основними сутностями системи є користувачі, профілі гравців, команди, турніри, матчі та сповіщення. Для турнірів передбачено підтримку форматів Single Elimination, Double Elimination та Round Robin, а також життєвий цикл турніру від стадії чернетки до завершення. Система дозволяє формувати турнірну сітку, реєструвати команди, створювати матчі, оновлювати рахунок, визначати переможців та накопичувати статистику. Додатково реалізовано модуль аналітики, який забезпечує перегляд узагальнених показників щодо турнірів, команд, гравців та активних матчів.

Функціональні можливості системи розподілені між кількома ролями користувачів. Глядач має змогу переглядати турніри, матчі, турнірні сітки, команди та профілі гравців. Гравець може створювати та редагувати власний профіль, а також отримувати й обробляти запрошення до команди. Адміністратор команди виконує створення, редагування, публікацію й архівацію профілю команди, керує складом гравців та надсилає запрошення. Оператор турніру створює турніри, реєструє команди, генерує турнірну сітку, керує матчами, вносить результати, оновлює події в реальному часі та надсилає сповіщення користувачам. Адміністратор системи здійснює перегляд користувачів і керування їх ролями, забезпечуючи контроль доступу до функцій системи.

Важливою особливістю проєкту є поєднання облікових, аналітичних і оперативних механізмів. Серверна частина підтримує автентифікацію на основі JWT, рольове розмежування доступу, валідацію вхідних даних і документування API засобами Swagger. Для оперативної взаємодії передбачено використання WebSocket, що дозволяє передавати оновлення матчів і сповіщення у реальному часі. Крім того, у

проєкті реалізовано початкове наповнення бази даних інформацією про команди та гравців CS2, що спрощує стартову експлуатацію системи та демонстрацію її можливостей.

На рис. 1 подано діаграму прецедентів інформаційної системи обліку кіберспортивних турнірів CS2. Вона відображає взаємодію основних ролей користувачів із системою та демонструє розподіл функцій між ними. Зокрема, глядач взаємодіє із засобами перегляду турнірів, матчів, команд і профілів гравців, гравець працює з власним профілем та запрошеннями до команди, адміністратор команди керує складом команди та її профілем, оператор турніру відповідає за створення й супровід турнірів і матчів, а адміністратор системи здійснює контроль користувачів і їх ролей. Таким чином, діаграма наочно ілюструє логіку доступу до функціональних можливостей системи та підтверджує її рольову організацію.

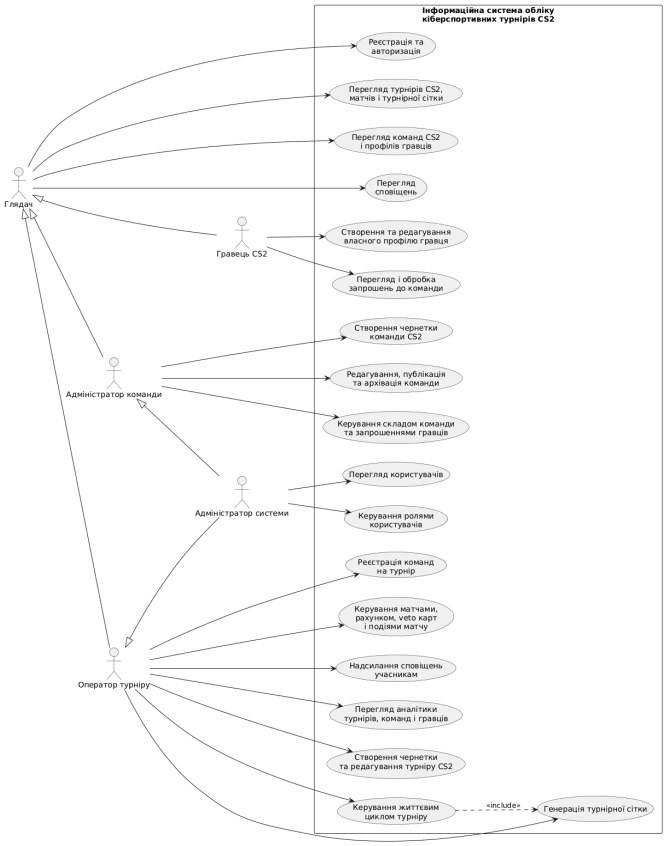


Рис.1 Діаграма прецедентів

Отже, інформаційна система обліку кіберспортивних турнірів CS2 є сучасним програмним рішенням, спрямованим на автоматизацію основних процесів організації та супроводу змагань з Counter-Strike 2. Її використання дозволяє підвищити точність обліку, швидкість оновлення інформації, зручність керування командами й матчами, а також покращити взаємодію між організаторами, адміністраторами команд, гравцями та глядачами. Перспективами подальшого розвитку системи є розширення аналітичного модуля, інтеграція із зовнішніми кіберспортивними сервісами та розроблення повноцінного вебклієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. NestJS Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://docs.nestjs.com/
2. Flutter Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://docs.flutter.dev/
3. MongoDB. Data Modeling [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.mongodb.com/basics/data-models

УДК 004.4:631.4

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОХІМІЧНОГО ПАСПОРТА ПОЛІВ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Самар Д.В., науковий керівник Бородкін Г.О.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням потреби у точному, стандартизованому та автоматизованому агрохімічному моніторингу земельних ресурсів, що є критично важливим для забезпечення раціонального використання добрив, підвищення врожайності та збереження родючості ґрунтів. Традиційні моделі ведення агрохімічного паспорта полів часто ґрунтуються на розрізнених даних, ручному введенні результатів аналізів та неуніфікованих форматах. Це значно ускладнює довгостроковий моніторинг, оперативне ухвалення рішень та інтеграцію з цифровими платформами агровиробництва.

В умовах сучасної діджиталізації агросектора постає нагальна потреба у створенні інформаційної системи, яка забезпечить формалізоване збирання агрохімічних даних, їх структуроване зберігання, аналітичну обробку та автоматизоване формування агрохімічного паспорта. Метою роботи є розроблення програмного забезпечення такої інформаційної системи, здатної забезпечити комплексний цикл оброблення інформації: від введення та валідації вихідних даних до формування паспорта та побудови аналітичних звітів.

Для досягнення поставленої мети було проведено системний аналіз предметної області та здійснено моделювання інформаційних процесів, потоків даних і структур даних. Логічна модель даних була побудована з використанням принципів нормалізації бази даних до третьої нормальної форми (3NF). Для кожної сутності визначено первинний ключ, а транзитивні залежності між атрибутами усунені, що дозволяє мінімізувати дублювання інформації та забезпечити цілісність даних. У моделі виділено ключові об’єкти агрохімічного моніторингу: землекористувачі, поля, контури полів, зразки ґрунту, результати агрохімічних аналізів, агрохімічні паспорти та рекомендації щодо внесення добрив.

Розроблена архітектура програмного забезпечення побудована за трирівневим принципом та включає рівень представлення, рівень прикладної логіки та рівень зберігання даних. Рівень прикладної логіки реалізує основні функції оброблення агрохімічних даних і включає такі компоненти: сервіс управління полями та контурами, сервіс агрохімічних аналізів, аналітичний модуль розрахунку показників родючості, модуль GIS-інтеграції, модуль формування агрохімічного паспорта та модуль звітності й експорту.

Важливим елементом системи є аналітичний модуль, який здійснює обчислення агрохімічних показників (NPK, pH, EC, органічної речовини) та індексів родючості (наприклад, Soil Nutrient Index — SNI та SFI). Для забезпечення узгодженості даних алгоритми аналітичного модуля виконують статистичну нормалізацію та масштабування, що є базовим етапом математичної обробки агрохімічної інформації. На основі цих обчислень система генерує адаптивні рекомендації щодо норм і схем внесення добрив.

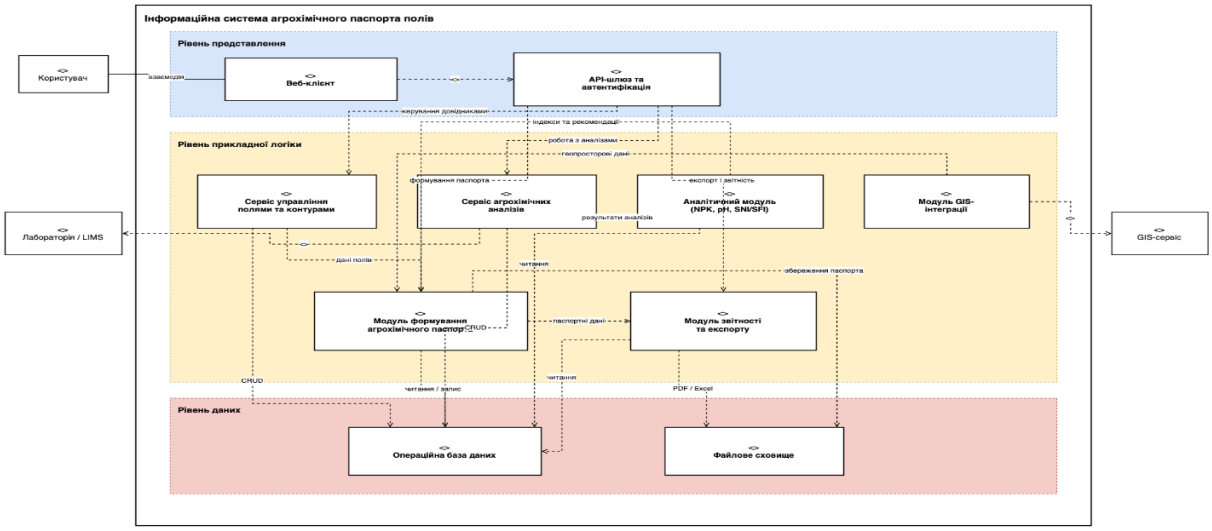


Рис. 1 Діаграма компонентів інформаційної системи агрохімічного паспорта полів

Побудовані UML-діаграми класів і кооперації формалізують структуру програмних компонентів та основні сценарії їх взаємодії під час оброблення агрохімічних даних. Це гарантує узгодженість архітектурних рішень і підтримує повну автоматизацію формування агрохімічних паспортів. Всі документи генеруються у форматах PDF та Excel відповідно до чинних регламентних та державних вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Malo, F., et al. (2025). Оцінка показників ґрунту на основі Soil Nutrient Index. Journal of Agricultural Science, 45(2), 112-125.
2. Matviichuk, O., et al. (2021). Кореляційний аналіз параметрів родючості ґрунтів в сучасних агроекосистемах. Агрохімія та ґрунтознавство, 33(4), 45-58.
3. Venkateswarlu, B., et al. (2025). Статистичний аналіз макро- та мікроелементів для підвищення продуктивності агроландшафтів. Soil Management Reports, 12(1), 89-104.
4. Kukar, M., et al. (2019). Моделі формування рекомендацій щодо внесення добрив у DSS-платформах. Computers and Electronics in Agriculture, 156, 12-21.

УДК 004.42

РОЗРОБКА WEB-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МАЛИМ ТОРГОВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

Єсіп В. І., науковий керівник: Смолій В. М., д.т.н., професор

Анотація. Про цю тезу розповідається - про створення web-орієнтованої інформаційної системи для малого торговельного підприємства. Тут обговорюється вибір технологій, архітектурних рішень та способів впровадження. Є короткий огляд аналізу вже існуючих систем і функціональних вимог, які треба врахувати.

Ключові слова: інформаційна система, веб-сайт, управління підприємством, Node.js, PostgreSQL, REST API.

Постановка проблеми. В умовах цифрової трансформації малі торговельні підприємства стикаються з необхідністю автоматизації бізнес-процесів: управління товарними запасами, обробки замовлень, ведення клієнтської бази та формування звітності. Більшість наявних SaaS-рішень, зокрема Trello, Notion та Google Keep, не враховують специфіки торговельної діяльності, обмежені у гнучкості налаштування та не забезпечують повного контролю над даними підприємства [1]. Тому актуальною є розробка власної web-орієнтованої інформаційної системи, адаптованої до конкретних організаційних та управлінських завдань малого торговельного підприємства.

Головна мета - створити web-інформаційну систему, яка автоматизує облік товарів, управління замовленнями, роботу із клієнтською базою та генерує звіти.

Архітектура та технологічний стек системи. Розроблена система побудована за клієнт-серверною архітектурою з використанням REST API [2]. Серверна частина реалізована на платформі Node.js із фреймворком Express.js, що забезпечує асинхронну обробку запитів при одночасній роботі кількох користувачів. Для зберігання даних обрано реляційну СКБД PostgreSQL, яка гарантує підтримку ACID-транзакцій, цілісність даних та можливість виконання складних аналітичних запитів [3]. Клієнтська частина реалізована засобами HTML5, CSS3 та JavaScript. Автентифікація та авторизація реалізовані через механізм JSON Web Token (JWT) з розмежуванням прав доступу відповідно до ролей: адміністратор, менеджер, продавець.

Функціональні можливості системи. Система реалізує п'ять ключових модулів: модуль обліку товарів і складських операцій (управління залишками, цінами, артикулами, постачальниками); модуль управління замовленнями (створення, зміна статусів, автоматичне списання товарів); модуль роботи з клієнтами та постачальниками (ведення контактів, історії взаємодії); модуль формування звітності та аналітики (звіти за період, залишки, фінансові показники з можливістю експорту); модуль адміністрування користувачів (реєстрація, управління обліковими записами, розмежування доступу). Реалізовано підтримку двох мов інтерфейсу - української та англійської, а також перемикання між світлою і темною темами оформлення [4].

Структура бази даних. База даних PostgreSQL включає такі основні таблиці: USERS (облік користувачів), PRODUCTS та INVENTORY (управління товарами та складськими залишками), ORDERS та ORDER_ITEMS (замовлення та їх позиції), CUSTOMERS та SUPPLIERS (клієнти та постачальники), PAYMENTS, SALES і TRANSACTIONS (фінансові операції), DELIVERY (доставка), CATEGORIES (категорія товарів) [3]. Між таблицями встановлено відношення один-до-багатьох та один-до-одного, що забезпечує нормалізацію даних і підтримку всіх бізнес-процесів підприємства.

Нефункціональні характеристики. Система забезпечує під час відгуку сервера не більше 2 секунд при стандартному навантаженні та підтримку одночасної роботи до 100 користувачів. Безпека реалізована через хешування паролів, JWT-автентифікацію, серверну валідацію вхідних даних для запобігання SQL-ін'єкціям і XSS-атакам [2].

Адаптивний дизайн забезпечує коректне відображення інтерфейсу на настільних комп'ютерах, планшетах і смартфонах у сучасних браузерах (Chrome, Edge, Safari, Opera).

Висновки. Розроблена веб-орієнтована інформаційна система управління малим торговим підприємством вирішує задачі комплексної автоматизації бізнес-процесів на основі сучасного технологічного стеку. Це Node.js, Express.js, PostgreSQL, JWT. Система є масштабованою, безпечною і гнучкою, що відповідає вимогам реального операційного середовища малого бізнесу. Перспективами подальшого розвитку є інтеграція з бухгалтерськими і CRM-системами, впровадження модуля прогнозування попиту на основі аналізу продажів, а також розширення аналітичних можливостей для підтримки стратегічних управлінських рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sommerville I. Software Engineering / I. Sommerville. – 10th ed. – Harlow : Pearson, 2016. – 816 p.
2. Tilkov S. Node.js: Using JavaScript to Build High-Performance Network Programs / S. Tilkov, S. Vinoski // IEEE Internet Computing. – 2010. – Vol. 14, No. 6. – P. 80–83.
3. PostgreSQL 16 Documentation [Електронний ресурс] / PostgreSQL Global Development Group. – 2024. – Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/16/. – Дата звернення: 25.04.2026.
4. Fielding R. T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures : doctoral dissertation / R. T. Fielding. – Irvine : University of California, 2000. – 162 p.

УДК 004.42

ВЕБ-ДОДАТОК ДЛЯ ОБЛІКУ ХАРЧУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ КАЛОРІЙНОСТІ РАЦІОНУ CALORIETRACKER

Бойко В.С., науковий керівник Голуб Б.Л

Актуальність дослідження. Поширення хронічних неінфекційних захворювань, пов'язаних із надмірною вагою та незбалансованим харчуванням, актуалізує потребу в щоденному контролі раціону. Свідоме споживання їжі, відстеження калорійності та співвідношення білків, жирів і вуглеводів стають важливою складовою здорового способу життя. Ручний підрахунок нутрієнтів є трудомістким і потребує доступу до достовірних даних про харчовий склад продуктів. Існуючі рішення часто обмежені у функціональності або не мають зручного україномовного інтерфейсу, тому розробка веб-додатка для персонального обліку харчування з інтеграцією до зовнішніх баз продуктів є практично значущим завданням.

Мета дослідження. Розробити веб-додаток CalorieTracker для персонального обліку харчування, контролю калорійності раціону та відстеження динаміки ваги, що базується на сучасній клієнт-серверній архітектурі.

Об'єкт дослідження - процес персонального обліку харчування, що включає реєстрацію спожитих продуктів, обчислення калорійності та нутрієнтного складу раціону, фіксацію антропометричних показників і аналіз досягнення персональних цілей. Предмет дослідження — моделі, методи та програмні засоби проєктування і реалізації веб-додатків для трекінгу харчування на основі ASP.NET Core, EF Core, інтеграції із зовнішніми REST API та алгоритмів обчислення добової норми калорій.

Завдання дослідження:

- проаналізувати предметну область та існуючі програмні рішення-аналоги (MyFitnessPal, FatSecret, Yazio);
- сформувати функціональні вимоги, побудувати UML-діаграми прецедентів і діяльності для основних сценаріїв користувача;
- спроєктувати реляційну базу даних із виділенням сутностей Users, Foods, Meals, MealItems, UserGoals, WeightRecords та Achievements;
- реалізувати серверну частину (ASP.NET Core 8, REST API, JWT-автентифікація) та клієнтську частину (React 18 SPA);
- реалізувати алгоритм обчислення добової норми калорій за формулою Mifflin-St Jeor та підсистему гейміфікації (досягнення).

Методи дослідження. Системний аналіз предметної області, об'єктно-орієнтоване проєктування та UML-моделювання, проєктування реляційних БД (ERD, нормалізація), шаблони Repository, DTO, Dependency Injection. Реалізацію виконано засобами C# (.NET 8) для серверної частини та TypeScript/React для клієнтської; доступ до даних — через EF Core 9 з провайдером Npgsql для PostgreSQL.

Основні результати дослідження:

- побудовано UML-моделі предметної області (діаграми прецедентів, діяльності, послідовності, класів, розгортання);
- спроєктовано та реалізовано реляційну базу даних із семи таблиць у PostgreSQL 15 (Supabase) із зовнішніми зв'язками, індексами та тригерами;
- реалізовано REST API (контролери AuthController, UsersController, FoodsController, MealsController, AchievementsController) із захистом через JWT та хешуванням паролів алгоритмом BCrypt;
- розроблено клієнтський SPA з нижньою навігацією та чотирма основними розділами: «Головна» (щоденник), «Продукти» (пошук), «Статистика» (графіки), «Досягнення» (гейміфікація);

- інтегровано FatSecret Platform API з OAuth 2.0-автентифікацією для пошуку продуктів та отримання нутрієнтного складу, з кешуванням результатів у локальній БД;
- реалізовано підсистему обчислення КБЖУ та добової норми калорій за формулою Mifflin-St Jeor з коригуванням на рівень фізичної активності та цільові показники;
- розгорнуто додаток у хмарному середовищі: бекенд — Render, БД — Supabase, з автоматичним CI/CD з GitHub-репозиторію.

Загальну архітектуру розробленого додатка наведено на рис. 1. Клієнтський SPA взаємодіє із серверним Web API за HTTPS із використанням JWT-токенів; сервер реалізовано у трьох логічних шарах (контролери, бізнес-логіка, доступ до даних), які звертаються до бази даних PostgreSQL та зовнішнього сервісу FatSecret Platform для отримання харчових даних.

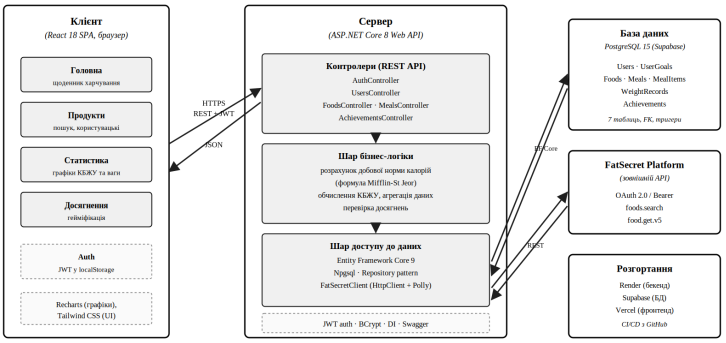


Рис. 1 Загальна архітектура вебдодатка CalorieTracker

Висновки. Розроблено повнофункціональний веб-додаток CalorieTracker для персонального обліку харчування, який поєднує сучасні технології (ASP.NET Core 8, React 18, PostgreSQL, EF Core 9), інтеграцію з FatSecret Platform API та автоматизований розрахунок добової норми калорій. Запропоноване рішення має практичну цінність для користувачів, які прагнуть свідомо контролювати своє харчування, та становить методичну основу для подальших розробок у сфері вебзастосунків здорового способу життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FatSecret Platform API. Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://platform.fatsecret.com/docs (дата звернення: 26.04.2026).
2. Microsoft. ASP.NET Core documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.microsoft.com/aspnet/core/ (дата звернення: 26.04.2026).
3. Mifflin M.D. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals/ M.D. Mifflin, S.T. St Jeor, L.A. Hill et al. // The American Journal of Clinical Nutrition. – 1990. – Vol. 51, № 2. – P. 241–247.
4. Supabase. The open source Firebase alternative [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supabase.com/docs (дата звернення: 26.04.2026).

УДК 004.42

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОМАШНІХ РОСЛИН

Пшеничний Н.В., науковий керівник Бородкін Г.О.

Зростання інтересу до автоматизованого догляду за домашніми рослинами зумовлює потребу у створенні програмних систем, здатних контролювати параметри середовища, накопичувати історію вимірювань і своєчасно попереджати користувача про погіршення стану рослини. Ручний контроль вологості ґрунту, температури, освітленості та інших показників є неточним і залежить від досвіду користувача, тому часто призводить до пересушування, надмірного поливу або несвоєчасного реагування на зміну умов вирощування. Використання IoT-підходу дає змогу отримувати дані з датчиків у режимі реального часу, а аналітичні модулі можуть застосовуватися для виявлення відхилень і прогнозування стану рослин. У сучасних smart farming-рішеннях уже застосовуються IoT та AI для моніторингу стану ґрунту, рослин і факторів середовища, що підтверджує доцільність перенесення подібного підходу на рівень домашнього догляду за рослинами.

Об’єктом дослідження є процес моніторингу стану домашніх рослин за допомогою цифрових засобів. Предметом дослідження є моделі даних, алгоритми оброблення сенсорних вимірювань і програмні засоби формування сповіщень, прогнозів та звітів. Метою дослідження є підвищення ефективності догляду за домашніми рослинами шляхом автоматизації збору показників, аналізу стану рослин і своєчасного інформування користувача про критичні зміни.

Запропонована система передбачає використання польових вузлів FieldNode, до яких підключаються сенсори вологості, температури, освітленості або інших параметрів середовища. Для таких IoT-сценаріїв доцільним є використання мікроконтролерів із бездротовим зв’язком, зокрема ESP32, оскільки він має інтегровані Wi-Fi та Bluetooth- модулі для побудови підключених пристроїв.

Структуру програмного забезпечення подано на діаграмі класів, що представлена на рис. 1.

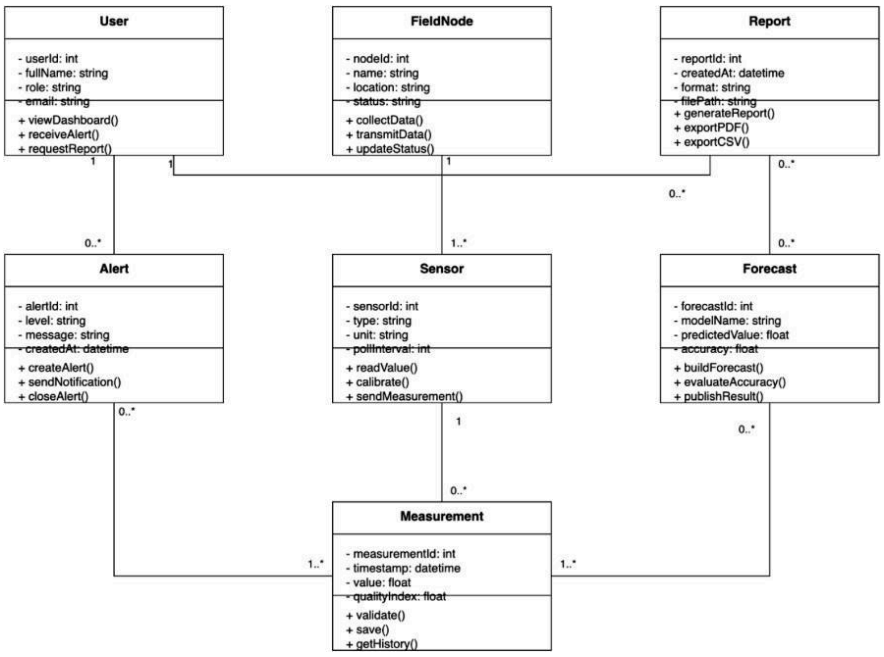


Рис. 1 Діаграма класів програмного забезпечення системи моніторингу стану домашніх рослин

Діаграма містить основні класи User, FieldNode, Sensor, Measurement, Alert, Forecast і Report. Клас User відповідає за перегляд панелі моніторингу, отримання сповіщень і запит звітів. FieldNode забезпечує збирання та передавання даних, Sensor виконує зчитування показників, Measurement зберігає історію вимірювань, Alert формує попередження, Forecast відповідає за прогнозування стану, а Report забезпечує створення звітів у форматах PDF або CSV.

Логічну модель бази даних наведено на рис. 2.

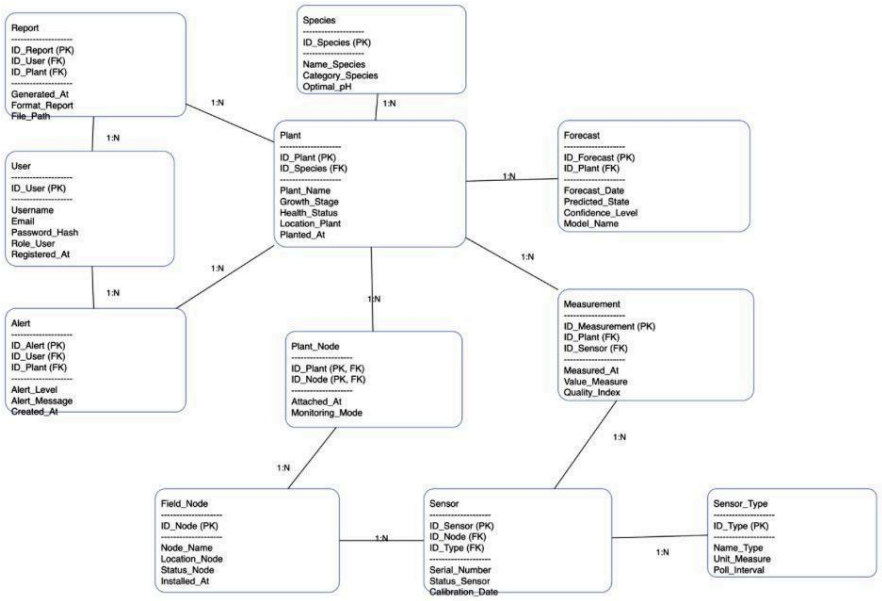


Рис. 2 Логічна модель бази даних системи моніторингу стану домашніх рослин

Вона деталізує збереження інформації про користувачів, рослини, види рослин, вузли моніторингу, типи сенсорів, вимірювання, прогнози, сповіщення та звіти. Зв’язки між таблицями побудовані за принципом один-до-багатьох: один користувач може мати багато рослин, одна рослина може мати багато вимірювань, прогнозів, сповіщень і звітів, а один сенсорний вузол може обслуговувати кілька датчиків. Така структура забезпечує нормалізоване збереження даних і дозволяє розширювати систему без порушення цілісності бази.

У результаті реалізації системи користувач отримує інструмент для постійного контролю стану домашніх рослин, перегляду показників у динаміці, отримання попереджень і формування звітів. Програмне забезпечення дозволяє зменшити ризик неправильного догляду, оскільки рішення щодо поливу, зміни освітлення або перевірки стану рослини приймаються не лише на основі суб’єктивної оцінки, а й за результатами фактичних вимірювань. Додаткове використання прогнозного модуля створює основу для раннього виявлення потенційних проблем, пов’язаних із погіршенням умов вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FAO. Smart farming for resilience: empowering farmers through data-driven
2. innovation. Дата звернення: 27.04.2026.
3. OASIS Open. MQTT Version 5.0. OASIS Standard, 2019. Дата звернення:
4. 27.04.2026.
5. Espressif Systems. ESP32 Wi-Fi & Bluetooth SoC documentation. Дата звернення: 27.04.2026.
6. InfluxData. Sensor data is time series data. Дата звернення: 27.04.2026.
7. InfluxData. Time series database explained. Дата звернення: 27.04.2026.
8. OWASP Foundation. Application Security Verification Standard. Дата звернення: 27.04.2026.

УДК 004.42:004.9:378.4

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З АНАЛІТИКОЮ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ

Євтодій О.П., науковий керівник Волошина Т.В.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних систем, здатних забезпечити автоматизований аналіз навчальної діяльності студентів та формування персоналізованих рекомендацій. Традиційні LMS-платформи орієнтовані переважно на веб-середовище та централізовану архітектуру, що обмежує можливість автономної роботи та ускладнює застосування інтелектуальних алгоритмів аналізу у реальному часі.

Об’єктом дослідження є процес дистанційного навчання та моніторингу навчальної успішності студентів, а предметом – методи та програмні засоби побудови адаптивних інформаційних систем із аналітичним ядром оцінювання знань. Метою роботи є підвищення ефективності навчального процесу шляхом розробки програмного забезпечення, яке забезпечує аналіз показників успішності та формування індивідуальних рекомендацій.

Запропонована система реалізує підхід автономного адаптивного навчання на основі десктопної архітектури, що відрізняє її від існуючих рішень інтеграцією локальної аналітики та механізму обчислення коефіцієнта знань Ki без використання зовнішніх серверів. На рисунку 1 наведено діаграму класів системи, яка відображає структурну модель взаємодії між користувачем, курсами, модулями та тестовими сесіями. Центральною сутністю є клас Enrollment, що забезпечує зв’язок між користувачем і курсом та зберігає показники прогресу і знань, що дозволяє реалізувати адаптивну модель навчання. Аналітичний компонент AnalyticsEngine виконує оброблення результатів тестування та формування звітів на основі накопичених даних.

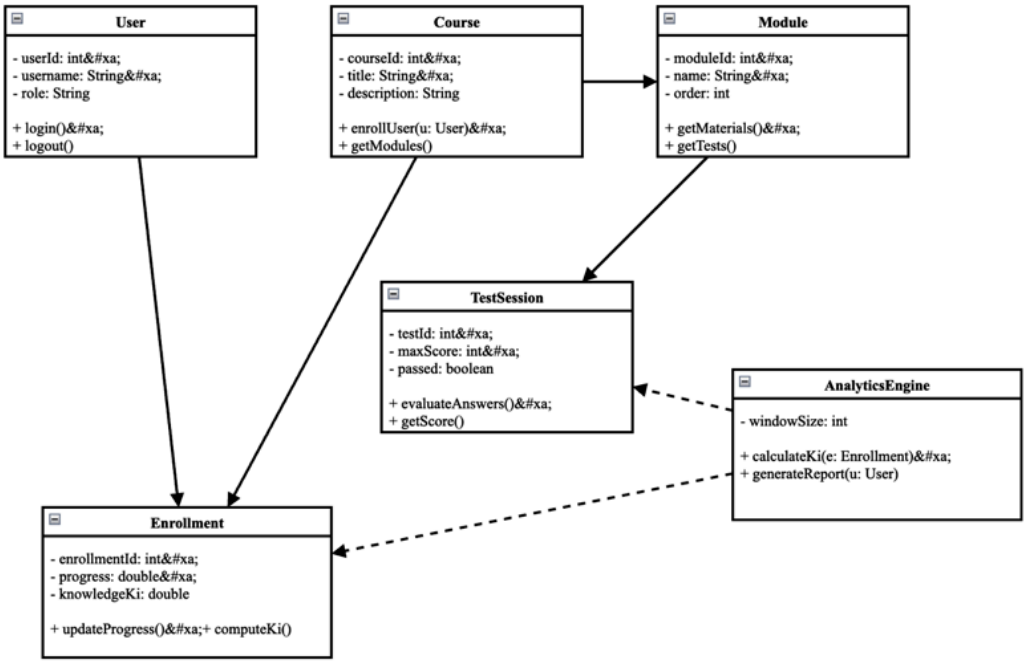


Рис. 1 Діаграма класів адаптивної системи дистанційного навчання з аналітикою успішності студентів

Архітектурна реалізація системи представлена на рисунку 2 у вигляді діаграми компонентів, де LMSClient реалізує графічний інтерфейс користувача на основі Java Swing, а взаємодія з іншими підсистемами здійснюється через чітко визначені програмні інтерфейси.

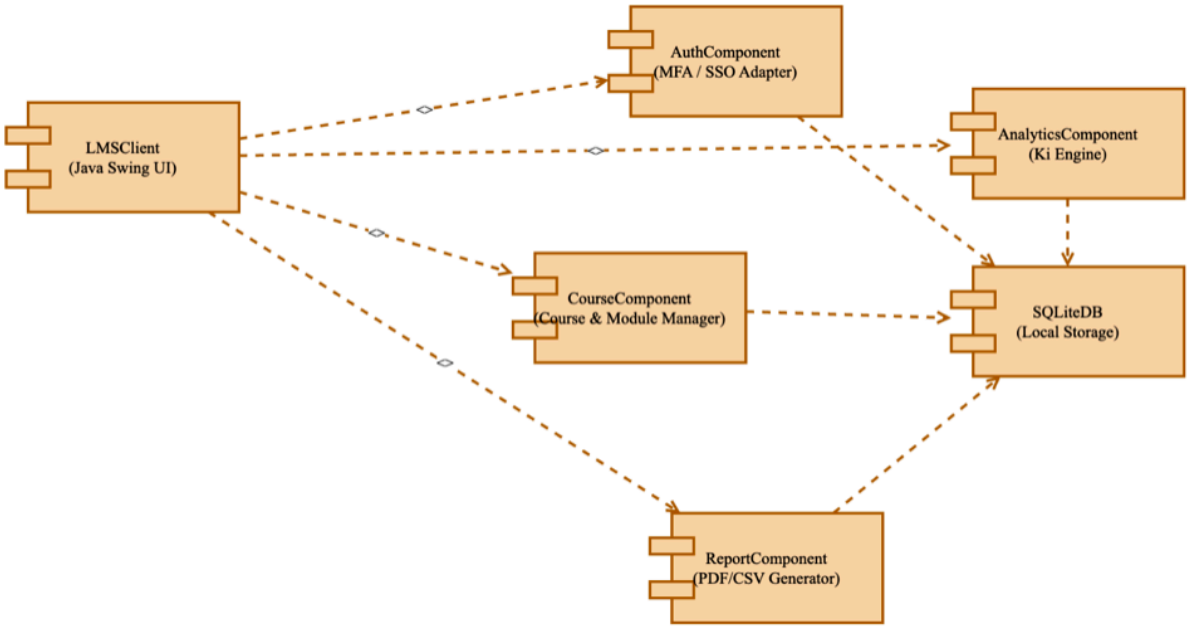


Рис. 2 Діаграма компонентів програмного забезпечення адаптивної системи дистанційного навчання

Компонент AuthComponent забезпечує автентифікацію з підтримкою MFA/SSO, CourseComponent відповідає за управління навчальним контентом, а AnalyticsComponent реалізує алгоритми аналізу навчальних даних. Зберігання інформації виконується у локальній базі SQLite, що забезпечує автономність системи та можливість роботи без постійного мережевого підключення.

Методично система базується на поєднанні об’єктно-орієнтованого підходу, UML-моделювання та алгоритмів аналітики навчальних даних. Основним елементом інтелектуальної обробки є розрахунок коефіцієнта знань Ki, який визначається на основі результатів тестування, активності користувача та динаміки прогресу. Такий підхід дозволяє не лише оцінювати рівень знань, але й прогнозувати подальшу успішність та формувати рекомендації щодо коригування навчальної траєкторії.

У результаті експериментального тестування встановлено, що система забезпечує стабільний час відгуку інтерфейсу до 0,2 с, коректне оброблення до 10^4 записів у локальній базі даних та підвищення прозорості контролю навчальної діяльності. Використання аналітичного модуля дозволило покращити інтерпретацію результатів навчання та забезпечити індивідуалізацію освітнього процесу.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу до побудови автономної адаптивної системи дистанційного навчання. Практична значущість роботи полягає у можливості використання системи як інструменту підтримки навчального процесу у закладах вищої освіти без залежності від хмарної інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Barchenko N., Tolbatov V., Lavryk T. Adaptive learning models in e-learning systems // IEEE Access, 2022.
2. Sinitsyn E., Larionova V. Personalized learning analytics in higher education // Education and Information Technologies, 2021.
3. Siemens G. Learning Analytics: The Emergence of a Discipline // American Behavioral Scientist, 2013.
4. Ferguson R. Learning analytics: drivers, developments and challenges // International Journal of Technology Enhanced Learning, 2012.

УДК 004.9:658

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ БІЗНЕСОМ

Білоголовий Н.С., науковий керівник старший викладач Золотуха Р.А

Сучасні бізнес-процеси характеризуються розподіленістю ресурсів, необхідністю оперативного контролю виконання задач та швидкого прийняття управлінських рішень. Використання розрізнених інструментів управління (таблиць, месенджерів, локальних систем) призводить до втрати узгодженості даних, затримок у виконанні завдань і зниження прозорості процесів.

Об’єкт дослідження - процес управління бізнес-процесами в умовах віддаленої взаємодії користувачів.

Предмет дослідження - моделі даних, алгоритми обробки задач та програмні засоби організації контролю виконання робіт і формування аналітичної звітності.

Мета дослідження - підвищення ефективності управління бізнесом шляхом централізації обробки задач, формалізації структури даних та забезпечення аналітичної підтримки прийняття рішень.

Наукова новизна полягає у використанні комбінованого підходу до управління задачами, який поєднує класичну модель постановки задач із механізмом автоматичного контролю станів і аналітикою відхилень у реальному часі. Запропоновано підхід до оцінювання виконання задач на основі часових метрик, статусів та історії змін, що дозволяє виявляти неефективні процеси без ручного аналізу.

Методи та інструменти. Система реалізована за клієнт-серверною архітектурою з поділом на рівні представлення, прикладної логіки та зберігання даних. Взаємодія між компонентами здійснюється через REST-інтерфейс із використанням протоколу HTTP.

Цілісність даних забезпечується за рахунок використання первинних і зовнішніх ключів, унікальних обмежень та перевірок коректності значень. Нормалізація до третьої нормальної форми виключає надлишковість і підвищує узгодженість даних.

Результати дослідження. Побудована структура даних (рис. 1) відображає логіку управління бізнес-процесами, де ключовими є зв’язки між користувачами, задачами та їх виконанням. Запровадження механізму призначення задач із контролем статусів дозволяє відслідковувати виконання робіт у режимі реального часу та забезпечує прозорість процесів.

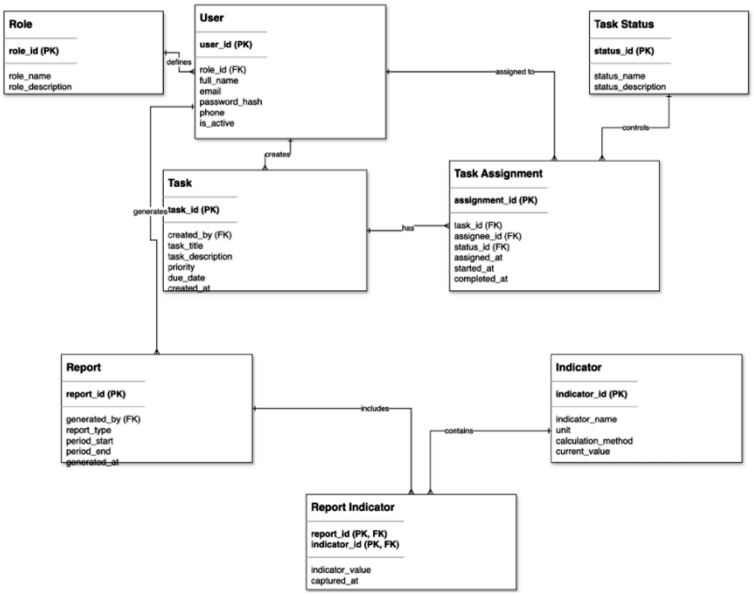


Рис. 1 ER-діаграма інформаційної системи дистанційного керування бізнесом

Інтерфейс користувача (рис. 2) реалізовано у вигляді інтерактивної панелі керування, що відображає поточний стан виконання задач, розподіл навантаження між групами користувачів та ключові показники ефективності. Табличне подання задач із зазначенням виконавців, термінів і статусів забезпечує оперативний контроль виконання робіт.

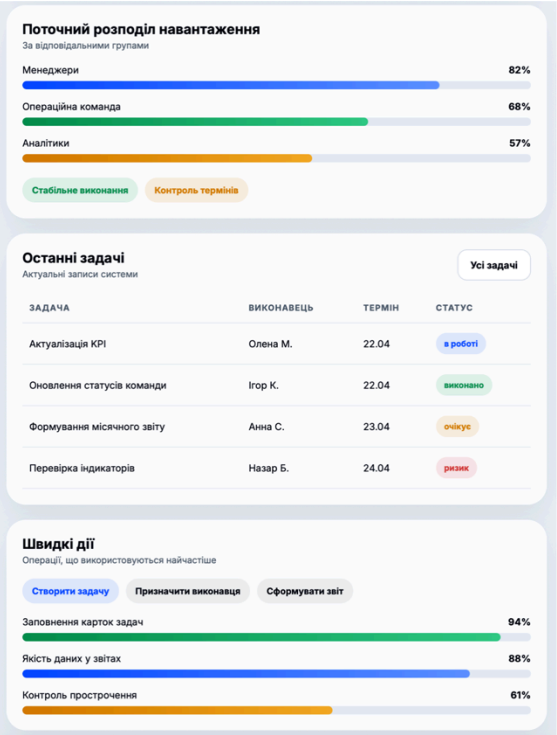


Рис. 2 Інтерфейс користувача системи дистанційного керування бізнесом

У результаті реалізації системи проведено тестування основних сценаріїв: створення задач, призначення виконавців, зміна статусів та формування аналітики. Встановлено, що система забезпечує:

- повний контроль життєвого циклу задач;
- підвищення прозорості виконання робіт;
- зменшення кількості прострочених задач за рахунок автоматичних сповіщень;
- можливість оцінювання ефективності роботи користувачів і процесів.

Висновки. У результаті дослідження сформовано інформаційну систему дистанційного керування бізнесом, що забезпечує централізований облік задач, контроль їх виконання та формування аналітичної інформації. Використання реляційної моделі даних і клієнт-серверної архітектури дозволяє підвищити ефективність управління та забезпечити прозорість бізнес-процесів. Запропоноване рішення може бути використане для автоматизації діяльності підприємств із розподіленою структурою управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sommerville I. *Software engineering*. 10th ed. Boston: Pearson, 2016. 816 p.
2. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. *Database system concepts*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2019. 1376 p.
3. Elmasri R., Navathe S. B. *Fundamentals of database systems*. 7th ed. Boston: Pearson, 2017. 1272 p.
4. Date C. J. *An introduction to database systems*. 8th ed. Boston: Addison-Wesley, 2024. 1024 p.
5. ISO/IEC 25010:2011. *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*. Geneva: ISO, 2011.

УДК 004.65:378.1

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ВІДВІДУВАННЯ І ЗАНЯТЬ СТУДЕНТАМИ УНІВЕРСИТЕТУ

Шинкаренко П.О., науковий керівник Мокрієв М.В.

Облік відвідування в університеті є джерелом первинних даних для контролю навчальної дисципліни, аналізу активності студентів і підготовки звітності для викладачів, кураторів та адміністрації. Якщо такі дані ведуться окремими журналами або файлами, виникають проблеми з повторним введенням інформації, помилками у статусах відвідування, складністю пошуку пропусків і затримкою формування підсумкових показників. Тому доцільним є використання єдиної інформаційної системи, у якій заняття, студенти, академічні групи, дисципліни, викладачі та записи відвідування зберігаються у взаємопов'язаній структурі даних.

Об'єкт дослідження - процес контролю відвідування та проведення навчальних занять у закладі вищої освіти.

Предмет дослідження - структура реляційної бази даних, алгоритми фіксації статусів відвідування та засоби формування аналітичної інформації щодо занять і студентів.

Мета дослідження - підвищення точності та оперативності аналізу відвідування студентів за рахунок централізованого зберігання навчальних даних, контролю їх цілісності та автоматизованого формування звітних показників.

Методи та інструменти. Основу системи становить реляційна модель даних, у якій сутність AcademicGroup використовується для групування студентів і занять, Student зберігає облікові дані здобувачів освіти, Teacher і Discipline описують навчальне навантаження, ClassSession фіксує конкретне заняття, а AttendanceRecordмістить результат відмітки студента на занятті. Для пояснення відсутності передбачено окрему сутність AbsenceReason, що дозволяє відокремити довідкові причини від оперативних записів журналу. Така структура зменшує дублювання інформації та забезпечує однозначний зв'язок між студентом, заняттям і статусом присутності.

Результати дослідження. Побудована ER-діаграма (рис. 1) показує структуру зберігання даних інформаційної системи. Центральною сутністю моделі є ClassSession, оскільки саме заняття поєднує академічну групу, дисципліну та викладача. Сутність AttendanceRecord виступає журналом фіксації відвідування і пов'язує конкретного студента з конкретним заняттям. Наявність сутності AbsenceReason забезпечує нормалізацію причин відсутності та спрощує подальше формування статистики за типами пропусків.

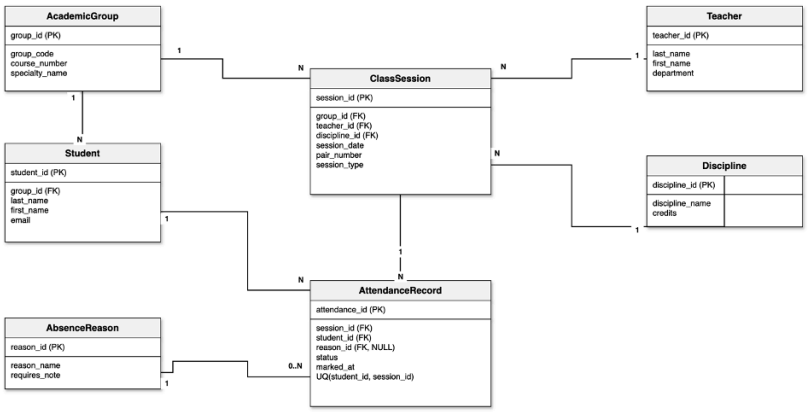


Рис. 1 ER-діаграма інформаційної системи аналізу відвідування і занять студентами університету

Інтерфейс системи (рис. 2) орієнтований на швидке заповнення електронного журналу без перевантаження екрана зайвими елементами. Основна форма містить параметри заняття та таблицю студентів, де для кожного запису відображається ПІБ,

статус і коментар. Такий підхід скорочує кількість дій викладача під час заняття та забезпечує зручне введення даних у межах одного робочого екрана.

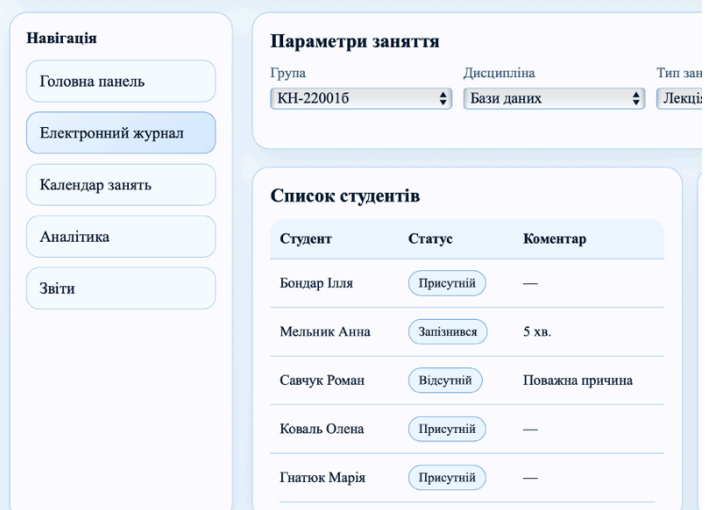


Рис. 2 Форма фіксації відвідування студентів на занятті

Перевірка роботи системи підтвердила коректність основних операцій: створення заняття, вибір академічної групи, отримання списку студентів, внесення статусів відвідування та збереження записів у базі даних. Використання унікального обмеження для зв’язку «студент–заняття» забезпечує захист від повторного внесення однакових даних, а розділення довідкових і оперативних таблиць спрощує підтримку системи та формування звітів.

Висновки. Сформована інформаційна система забезпечує структурований облік занять і відвідування студентів, зменшує ризик дублювання записів та підвищує достовірність навчальної звітності. Реляційна модель із чітко визначеними ключами та зв’язками дозволяє зберігати дані у цілісному вигляді, а електронна форма журналу забезпечує швидке внесення статусів відвідування. Запропоновані рішення можуть використовуватися як основа для подальшого розширення системи модулями аналітики, звітності та сповіщень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. Database system concepts. 7th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019. 1344 p. URL: https://db-book.com/
2. Elmasri R., Navathe S. B. Fundamentals of database systems. 7th ed. Boston : Pearson, 2017. 1272 p. URL: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/fundamentals-of-database-systems/P200000003278
3. Sommerville I. Software engineering. 10th ed. Boston : Pearson, 2016. 816 p. URL: https://iansommerville.com/software-engineering-book/
4. ISO/IEC 25010:2023. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model. Geneva : ISO, 2023. URL: https://www.iso.org/standard/78176.html
5. Microsoft. SQL Server technical documentation. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/
6. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.42:004.738.5:631.5

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ТЕПЛИЦІ

Пелехань Я.І., науковий керівник Бородкіна І.Л.

Ручний контроль температури, вологості, освітленості та концентрації CO_2 не забезпечує оперативного реагування на зміни середовища, що може призводити до зниження врожайності. Тому актуальним є впровадження програмних систем автоматизованого моніторингу.

Об’єктом дослідження є процес контролю параметрів мікроклімату у теплиці. Предметом - програмні засоби збору, передачі та аналітичної обробки даних із сенсорів. Метою є підвищення ефективності управління мікрокліматом шляхом автоматизації моніторингу та впровадження аналітичних механізмів.

Архітектура системи (рис. 1) побудована за багаторівневим принципом і включає сенсорні вузли, edge-контролер, сервер обробки даних та модуль аналітики.

Збір даних здійснюється сенсорами температури, вологості, CO_2 та освітленості, які передають інформацію через протоколи MQTT або OPC UA до контролера середовища. Edge-рівень виконує нормалізацію, фільтрацію та локальне кешування даних.

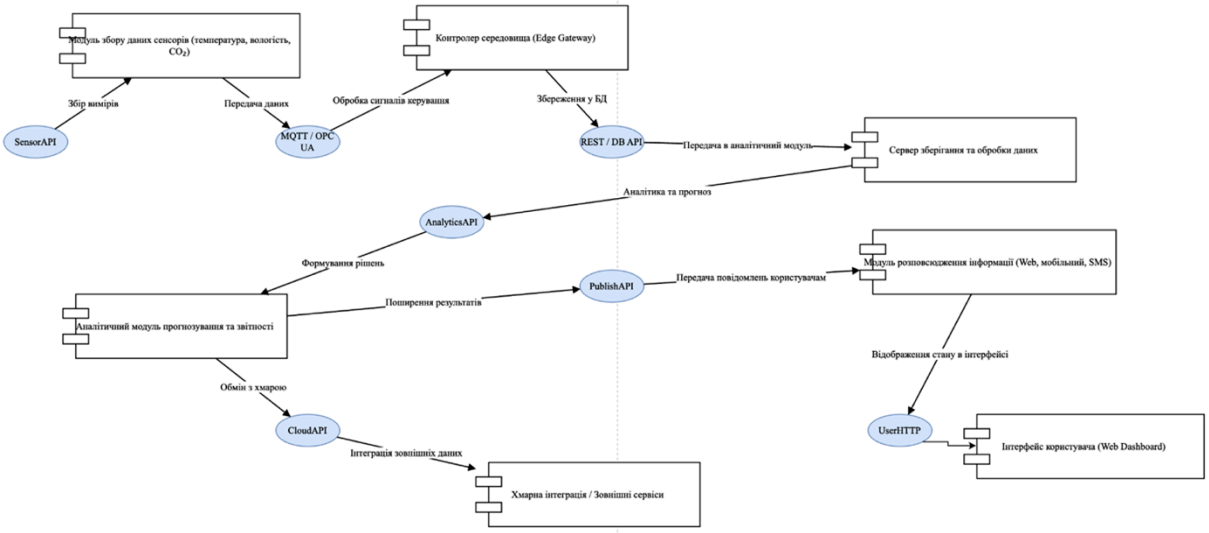


Рис. 1 Функціональна архітектура системи моніторингу мікроклімату

Дані передаються до серверної частини через REST API, де відбувається їх збереження у базі даних та подальша обробка. Ядро системи складається з сервісів обробки подій, rule engine та аналітичного модуля. Для аналізу використовується обробка часових рядів, ковзні вікна та методи виявлення аномалій (IQR, порогові значення).

Аналітичний модуль (рис. 2) реалізує прогнозування параметрів мікроклімату з урахуванням сезонності та зовнішніх факторів (наприклад, погодних умов через Weather API). На основі результатів аналізу система формує керуючі сигнали для виконавчих пристроїв (вентилятори, обігрівачі, клапани) та сповіщення користувачу (Web, мобільний застосунок, SMS).

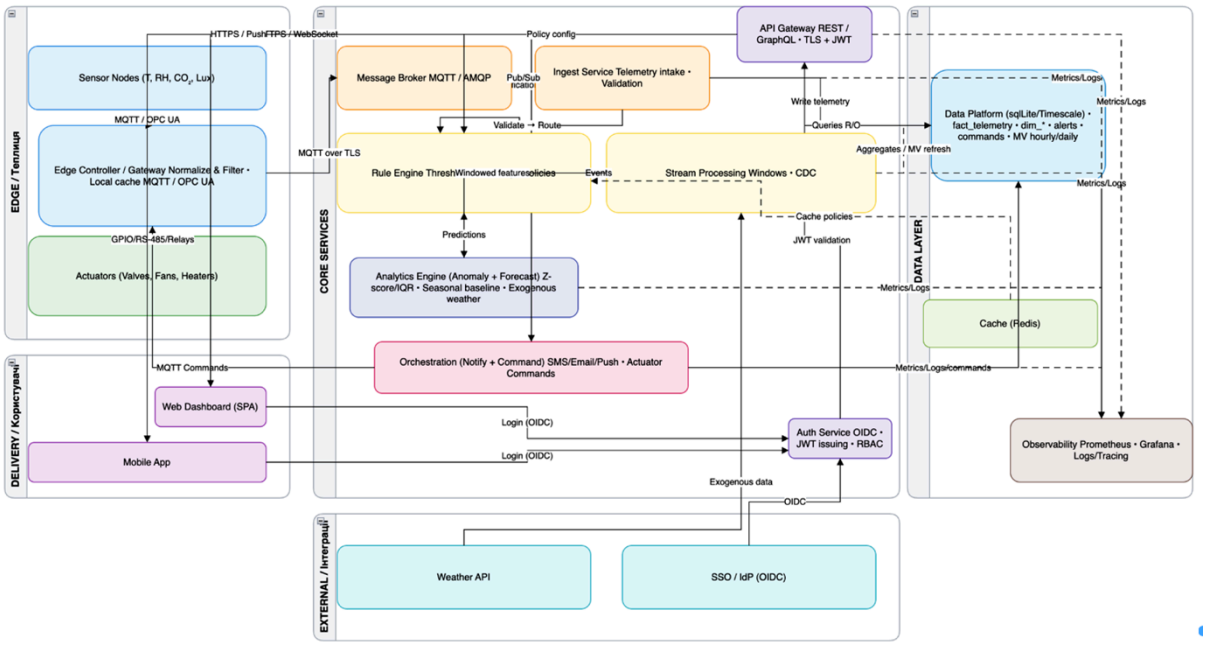


Рис. 2 Розгортання компонентів та потоків обробки даних

Для забезпечення масштабованості використано брокер повідомлень (MQTT/AMQP), кешування (Redis) та мікросервісну архітектуру. Моніторинг системи здійснюється за допомогою Prometheus і Grafana, що дозволяє відстежувати метрики та стабільність роботи.

У результаті реалізації системи забезпечується безперервний моніторинг параметрів, зменшення впливу людського фактора та автоматизація керування мікрокліматом. Це дозволяє підвищити стабільність умов вирощування та ефективність агровиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OASIS. MQTT Version 5.0. URL: https://mqtt.org/
2. OPC Foundation. OPC Unified Architecture Specification. URL: https://opcfoundation.org/
3. Redis Ltd. Redis Documentation. URL: https://redis.io/
4. Prometheus. Monitoring System Documentation. URL: https://prometheus.io/
5. Grafana Labs. Grafana Documentation. URL: https://grafana.com/
6. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL. URL: https://www.postgresql.org/

УДК 004.056.5:004.62

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ДО БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ КЛЮЧІВ

Сердюк В.С., науковий керівник Панкратьєв В.О.

Застосування цифрових ключів у системах контролю доступу дозволяє відмовитися від фізичних носіїв, централізовано керувати правами користувачів і фіксувати кожну подію входу. На відміну від класичних систем доступу, запропоноване програмне забезпечення поєднує перевірку цифрового ключа, криптографічного підпису, політики доступу та журналювання події в єдиному сценарії відкриття дверей. Це забезпечує контроль не лише факту наявності ключа, а й умов його використання: ролі користувача, зони доступу, часу та актуальності ключа.

Об’єктом дослідження є процес керування доступом до будівель за допомогою цифрових ключів, предметом — програмні механізми автентифікації, перевірки ключів, оцінювання політик доступу та взаємодії зі смарт-замками. Метою дослідження є підвищення безпеки та керованості доступу до приміщень шляхом автоматизованої перевірки прав користувача, стану цифрового ключа та контекстних правил доступу.

Функціональні можливості системи визначаються діаграмою прецедентів, наведеною на рис. 1.

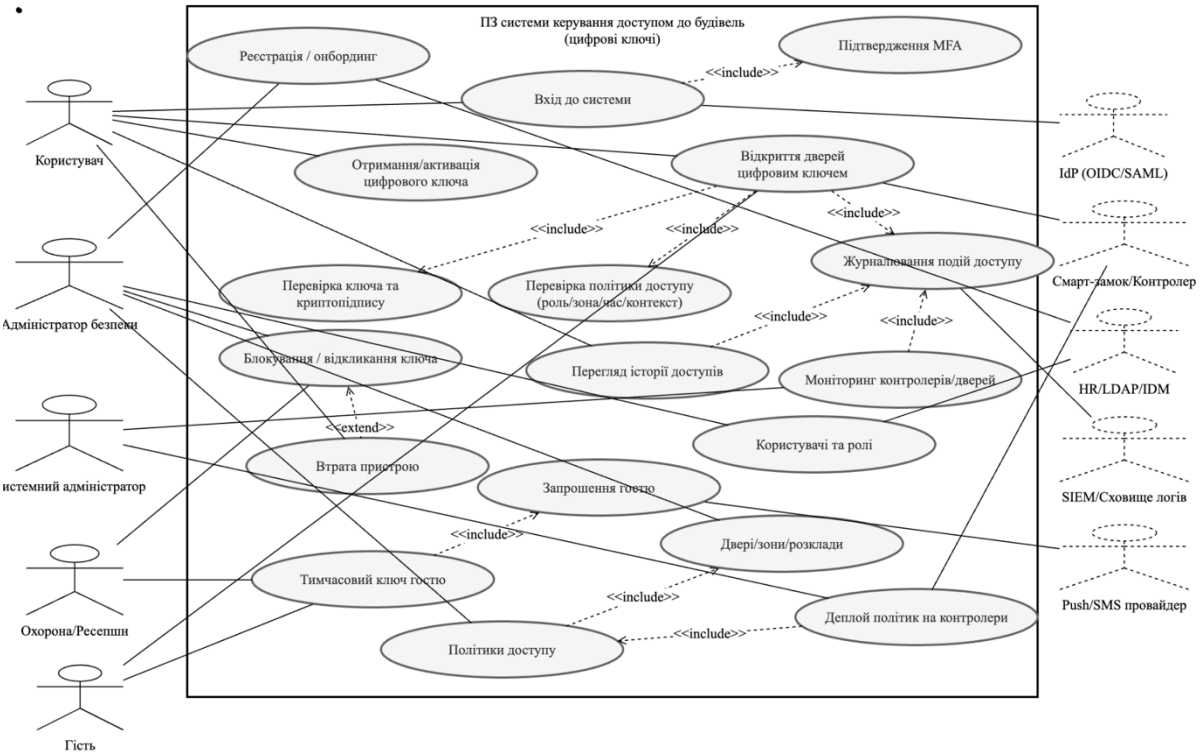


Рис. 1 Діаграма прецедентів програмного забезпечення системи керування доступом до будівель з використанням цифрових ключів

У системі передбачено ролі користувача, адміністратора безпеки, системного адміністратора, охорони/ресепшн і гостя. Користувач виконує вхід до системи, отримує або активує цифровий ключ, відкриває двері та переглядає історію доступів. Адміністратор безпеки керує ключами, відкликає доступ, налаштовує політики, ролі, зони та розклади. Охорона або ресепшн може створювати тимчасові ключі для гостей. Зовнішні сутності IdP, смарт-замок/контролер, HR/LDAP/IDM, SIEM та Push/SMS-провайдер забезпечують автентифікацію, виконання фізичного доступу, синхронізацію користувачів, журналювання та надсилання сповіщень.

Послідовність відкриття дверей цифровим ключем подано на рис. 2.

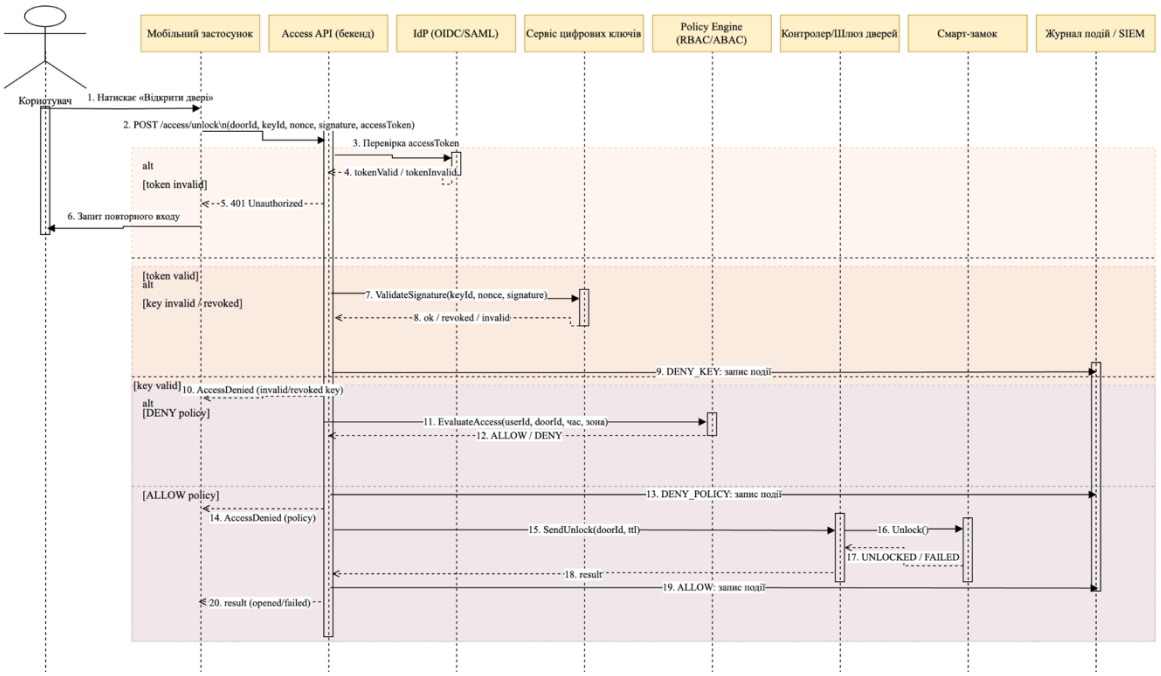


Рис. 2 Діаграма послідовності процесу відкриття дверей цифровим ключем

Після натискання користувачем кнопки «Відкрити двері» мобільний застосунок надсилає запит до Access API із параметрами doorId, keyId, nonce, signature та accessToken. Сервер спочатку перевіряє accessToken через IdP; у разі недійсного токена система повертає помилку 401 Unauthorized і запитує повторний вхід. Якщо токен чинний, виконується перевірка цифрового ключа та криптографічного підпису через сервіс цифрових ключів. Недійсний або відкликаний ключ блокує доступ і фіксується в журналі подій. Якщо ключ коректний, Policy Engine оцінює правило доступу за параметрами користувача, дверей, часу та зони. У разі дозволу Access API надсилає команду контролеру дверей, контролер передає її смарт-замку, а результат відкриття або відмови записується до журналу подій/SIEM.

У результаті сформовано програмну модель, яка забезпечує контроль доступу не лише за наявністю ключа, а й за сукупністю умов безпеки. Перевірено сценарії недійсного токена, відкликаного ключа, заборони за політикою доступу та успішного відкриття дверей. Такий підхід підвищує захищеність системи, спрощує адміністрування прав доступу та забезпечує повну простежуваність подій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sandhu R. et al. Role-Based Access Control Models. IEEE Computer. 1996.
2. Hu V. et al. Guide to Attribute Based Access Control (ABAC). NIST. 2014.
3. Hardt D. The OAuth 2.0 Authorization Framework. IETF RFC 6749. 2012.
4. OpenID Foundation. OpenID Connect Core 1.0. URL: https://openid.net/specs/
5. Behl B., Behl K. Cybersecurity and Cyberwar. Springer, 2017.

УДК 004.4:656.13:004.89

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО ТРАФІКУ

Гладкий М.Є., науковий керівник Корнілов І.С.

Сучасні міста характеризуються високою інтенсивністю транспортних потоків, що зумовлює необхідність впровадження інтелектуальних систем моніторингу та аналізу трафіку. Використання інформаційних технологій і методів машинного навчання дозволяє автоматизувати процеси оцінювання та прогнозування транспортних навантажень, що є важливим для ефективного управління міською інфраструктурою [1, 3].

Актуальність дослідження обумовлена зростанням кількості транспортних засобів у містах, що призводить до перевантаження дорожньої мережі, збільшення часу пересування, підвищення рівня забруднення навколишнього середовища та зниження ефективності транспортної системи [2]. Існуючі комерційні рішення мають обмеження щодо доступу до даних, адаптивності та аналітичних можливостей, що зумовлює необхідність створення спеціалізованих програмних систем для локального використання [1].

Метою дослідження є розроблення програмного забезпечення для оцінки та прогнозування рівня міського транспортного трафіку на основі методів інтелектуального аналізу даних, при цьому об’єктом дослідження виступають процеси формування та зміни транспортних потоків у міській інфраструктурі, а предметом – методи та засоби програмної реалізації систем аналізу і прогнозування транспортного трафіку; для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань: аналіз предметної області транспортного моніторингу, дослідження існуючих систем оцінки трафіку, розроблення архітектури програмного забезпечення, реалізація модулів збору, обробки та зберігання даних, застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування, а також забезпечення візуалізації результатів аналізу.

У результаті дослідження розроблено веборієнтовану інформаційну систему оцінки рівня міського трафіку, яка забезпечує збір, обробку та візуалізацію даних у режимі реального часу. Архітектура програмного забезпечення базується на клієнт-серверному підході з використанням HTML5, CSS3, JavaScript для клієнтської частини та Python (Flask, scikit-learn) для серверної обробки [4, 5]. Загальна структура розгортання програмного забезпечення наведена на рис. 1.

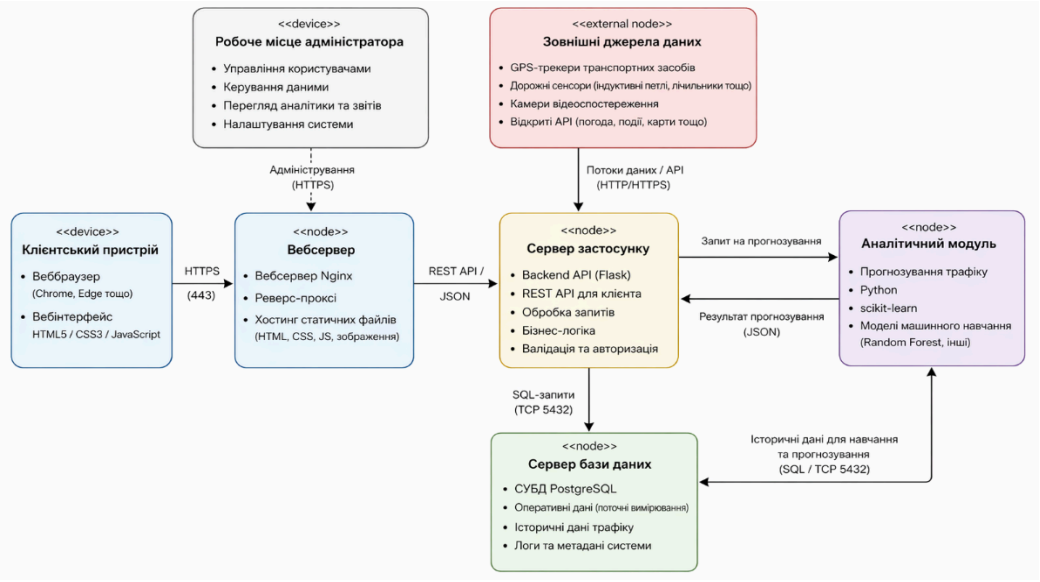


Рис. 1 Діаграма розгортання системи аналізу та прогнозування трафіку

На рисунку 1 представлено діаграму розгортання програмного забезпечення, яка відображає фізичну структуру системи та взаємодію між її основними компонентами. Як

видно з рис. 1, клієнтський пристрій забезпечує доступ користувача через веббраузер до вебсерверу за протоколом HTTPS, що відповідає за обслуговування статичних ресурсів інтерфейсу та первинну маршрутизацію запитів. Сервер застосунку реалізує бізнес-логіку системи, обробку запитів і взаємодію з іншими компонентами через REST API у форматі JSON, що забезпечує гнучкість і масштабованість програмного рішення [4, 5].

Важливою складовою архітектури є аналітичний модуль, який взаємодіє із сервером застосунку та виконує прогнозування транспортного трафіку з використанням методів машинного навчання. Застосування ансамблевих алгоритмів дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних та виявляти закономірності у транспортних потоках [2, 3]. Сервер бази даних забезпечує централізоване зберігання як оперативної інформації, так і історичних даних, що використовуються для аналізу та навчання моделей, а обмін даними між компонентами здійснюється за допомогою SQL-запитів.

Зовнішні джерела даних (дорожні сенсори, GPS-трекери, камери, відкриті API) формують інформаційні потоки, які надходять до системи через мережеві інтерфейси. Їх інтеграція забезпечує актуальність і повноту вхідних даних, що є важливим для побудови прогнозів. Система реалізує алгоритми аналізу транспортних потоків і використовує модель Random Forest, яка забезпечує достатню точність прогнозування та стійкість до шумів у даних [2, 3].

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяє підвищити ефективність моніторингу та управління міським транспортним трафіком. Використання методів машинного навчання забезпечує підвищення точності прогнозування та адаптивність системи до змін зовнішніх умов. Запропонований підхід може бути використаний для створення інтелектуальних транспортних систем, інтеграції в концепцію Smart City та подальшого розвитку систем підтримки прийняття рішень у сфері міської мобільності. Запропонована система може бути розгорнута у хмарному середовищі або локальній інфраструктурі.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Srilakshmi V., Agnisha M. Predictive smart mobility systems for sustainable and efficient urban transportation // International Journal for Science Technology and Engineering. 2024. Vol. 12, No. 12. P. 384–387. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.65774
2. Konstantinidis C., Chalkiadakis C., Fafoutellis P., Vlahogianni E. I. Urban arterial traffic volume and travel time estimation with use of data driven models // Advances in Control and Optimization of Dynamical Systems. 2024. Vol. 58, No. 10. P. 102–107. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.325
3. AI-driven traffic forecasting: revolutionizing intelligent transportation systems with machine learning. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.5281/zenodo.15798966
4. Leaflet – JavaScript library for interactive maps [Електронний ресурс] // Leaflet.js. – Режим доступу: https://leafletjs.com
5. JavaScript Guide – MDN Web Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide

УДК 004.65:629.3

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТЕЛЕМЕТРІЇ АВТО

Возний В.В., науковий керівник Бородкін Г.О.

Зростання використання телематичних пристроїв у транспортних засобах, зокрема на базі OBD-II, CAN та GPS, формує потребу в ефективних програмних рішеннях для збору, обробки та аналізу телеметричних даних у реальному часі. Традиційні підходи до моніторингу стану автомобілів не забезпечують достатньої швидкості реагування на відхилення, не підтримують масштабовану обробку потоків даних та ускладнюють інтеграцію із зовнішніми інформаційними системами. Це зумовлює актуальність створення інформаційної системи, яка забезпечує централізований облік телеметрії, аналітику та автоматичне формування сповіщень.

Об’єктом дослідження є процес збору та обробки телеметричних даних транспортних засобів, предметом - архітектурні рішення, програмні компоненти та алгоритми аналізу потокових даних. Метою дослідження є підвищення ефективності моніторингу технічного стану автомобілів шляхом автоматизації обробки телеметрії та впровадження аналітичних механізмів.

Запропонована система реалізує мікросервісний підхід, що передбачає поділ функціональності на незалежні компоненти: інтерфейс користувача, API та підсистему безпеки, сервіс збору і нормалізації телеметрії, модуль аналітики та правил, сервіс сповіщень, підсистему звітності, а також модулі збереження і журналювання даних. Така структура забезпечує масштабованість, відмовостійкість і можливість незалежного розгортання компонентів. Узагальнена структура взаємодії функціональних модулів системи наведена на рис. 1.



Рис. 1 Функціональна структура інформаційної системи обліку телеметрії авто

Збір телеметрії здійснюється з бортових пристроїв через мережу Internet або мобільний зв’язок із використанням протоколів HTTPS або MQTT. Отримані дані проходять етап нормалізації, після чого зберігаються у спеціалізованій базі часових рядів, що забезпечує ефективну обробку великих потоків інформації. Аналітичний модуль виконує агрегування даних, визначення відхилень від нормальних значень та формування подій для системи сповіщень. Архітектура розгортання системи, що відображає взаємодію клієнтських пристроїв, серверів обробки та зовнішніх сервісів, наведена на рис. 2.

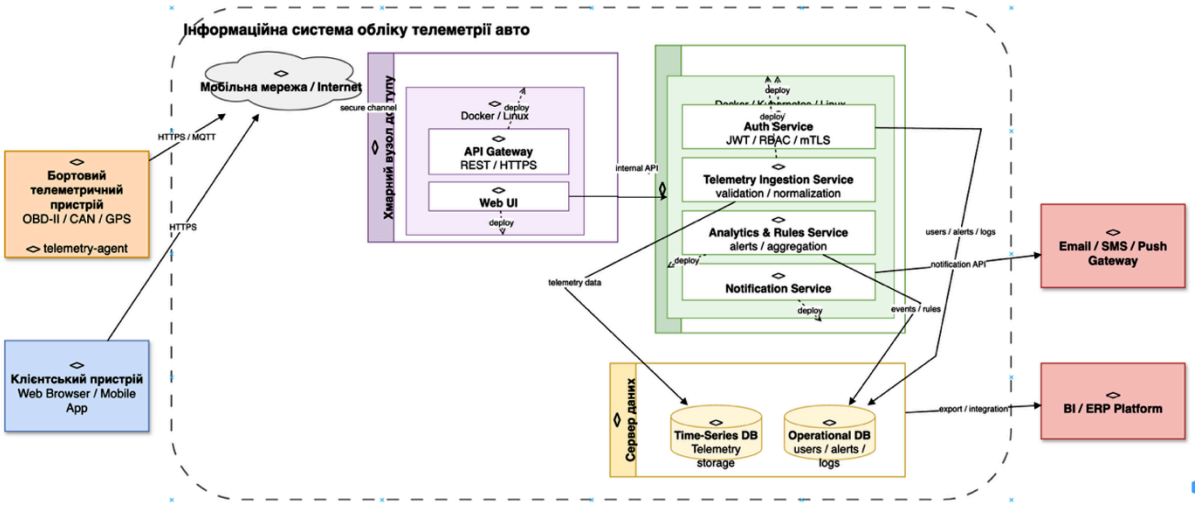


Рис. 2 Архітектура розгортання системи телеметрії авто

У результаті реалізації системи забезпечено автоматизований моніторинг параметрів транспортних засобів, включаючи швидкість, витрати палива, температуру двигуна та інші показники. Проведене тестування підтвердило стабільність передачі даних, коректність їх обробки та можливість масштабування системи при зростанні кількості підключених пристроїв. Використання механізмів аналітики дозволяє своєчасно виявляти потенційні несправності, що сприяє зменшенню витрат на технічне обслуговування та підвищенню безпеки експлуатації автомобілів.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення інформаційної системи обліку телеметрії авто забезпечує ефективний збір, обробку та аналіз даних, підвищує якість управління автопарком та створює основу для впровадження інтелектуальних систем прогнозування технічного стану транспортних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gubbi J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems. 2013.
2. Zanella A. et al. Internet of Things for smart cities. IEEE Internet of Things Journal. 2014.
3. Bosch. Automotive Handbook. Wiley, 2018.
4. ISO 26262 Road vehicles – Functional safety. Geneva: ISO.
5. MQTT Version 3.1.1. OASIS Standard. URL: https://mqtt.org
6. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.89:620.95

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Є.А. Бацюн, А.О. Дудник

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, буд. 15.

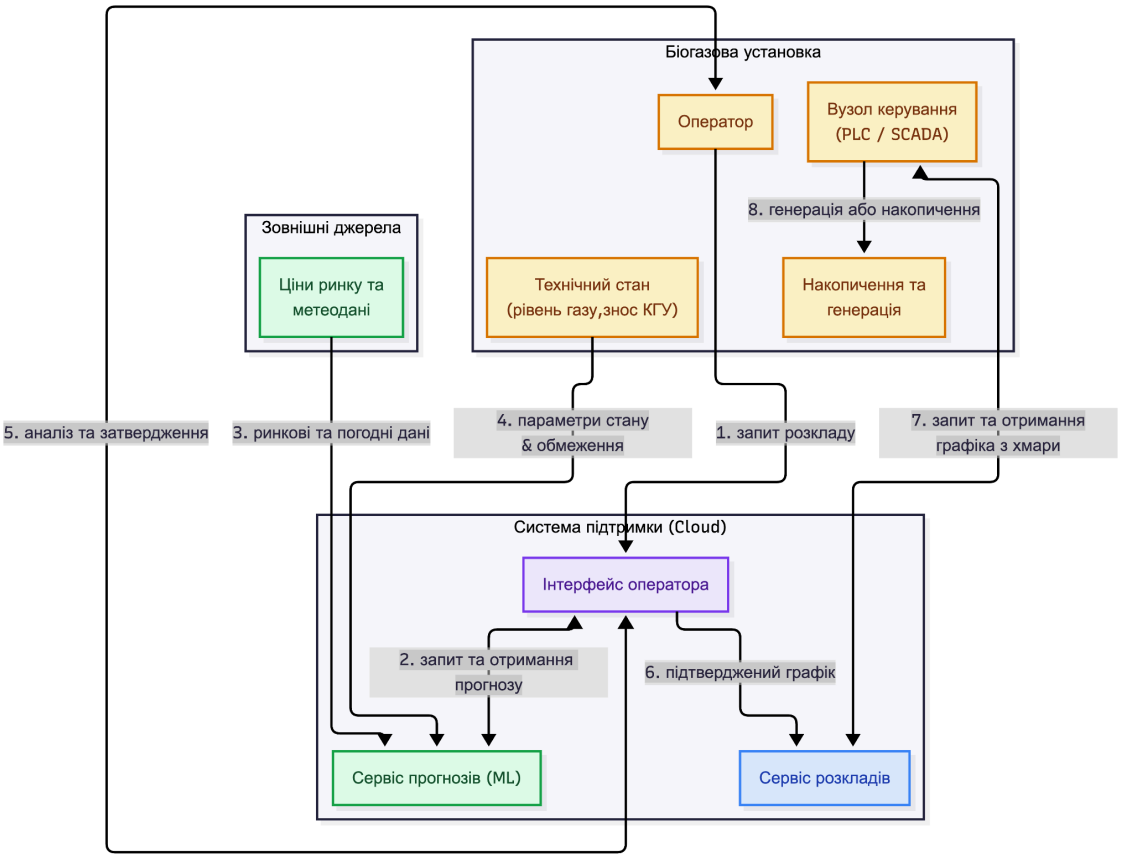
Дослідження присвячене розробці архітектури інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), призначеної для підвищення техніко-економічної ефективності біогазових реакторів. Основна увага приділяється адаптації роботи енергогенеруючих установок до умов польського ринку електроенергії, що характеризується періодичними негативними цінами. Описано операційний цикл системи, що інтегрує прогностичну модель на базі XGBoost з модулем аналізу технологічних обмежень та верифікацією рішень оператором. Впровадження такої архітектури дозволяє зменшити фінансові втрати, врахувати амортизаційний знос обладнання та забезпечити стабільність експлуатаційних показників.

Ключові слова: *біогазовий реактор, когенераційна установка, підтримка прийняття рішень, деградація обладнання, XGBoost.*

Сучасний стан енергетичного ринку Польщі визначається стрімким збільшенням частки відновлюваних джерел енергії, що призводить до високої непередбачуваності цін на ринку. Особливістю даного ринку є періоди з негативними цінами, коли надлишок генерації змушує виробників платити за споживання енергії мережею. Для біогазових комплексів це створює дилему: продовжувати генерацію зі збитками чи зупиняти когенераційну установку (КГУ), ризикуючи прискореним зносом обладнання. Отже, виникає потреба в ІСППР, яка балансує між ринковою вигодою та технічними обмеженнями станції.

В основі системи лежить модель градієнтного бустингу (XGBoost) для прогнозування погодинної ціни електроенергії. Проте, для прийняття ефективного рішення одного лише прогнозу ціни недостатньо. Архітектура включає **Модуль аналізу обмежень** (МАН)**,** який коригує стратегію за двома напрямками:

1. **Деградація КГУ:** Запроваджено поняття «вартості циклу пуску» [1]. Система порівнює потенційний прибуток від продажу енергії із витратами на прискорений знос двигуна. Якщо маржа нижча за вартість амортизації пуску, система рекомендує режим **HOLD** навіть при позитивній ціні.
2. **Газгольдер:** Рівень заповнення резервуару є пріоритетним фактором. При критичному заповненні ініціюється генерація для запобігання аварійному скиданню газу, а при низькому рівні - блокується.
3. Архітектура реалізує наступний алгоритм:
4. **Запит та збір даних:** PLC передає дані про стан обладнання; система агрегує ринкові та погодні дані.
5. **Генерація прогнозу:** Модель формує цінову криву на 24 години.
6. **Оптимізація стратегії:** МАН фільтрує прогноз, розраховуючи вікна для режимів **SELL** та **HOLD**.
7. **Верифікація:** Оператор затверджує графік через візуальний інтерфейс [2].
8. **Виконання:** Команди передаються на PLC для автоматичного керування установкою.



Архітектура ІСППР дозволяє перейти від реактивного керування до стратегічного управління біогазовою установкою. Врахування технічного стану КГУ та динаміки наповнення газгольдера поєднані з ML-прогнозами забезпечує підвищення прибутку за рахунок оптимізації сервісних інтервалів[3] та уникнення роботи в періоди від'ємної рентабельності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kumar, N., et al. (2012). "Power Plant Cycling Costs." *National Renewable Energy Laboratory (NREL)*.
2. Andersen, J. S., & Maalej, W. (2023). "Design Patterns for Machine Learning-Based Systems With Humans in the Loop." *IEEE Software*.
3. Lantz, M., et al. (2022). "Maintenance costs of biogas-based CHP units: Impact of operational strategies." *Journal of Cleaner Production*.

УДК 004.65:796

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОРЕНДИ СПОРТИВНИХ СПОРУД

Литвиненко Д.С., науковий керівник Бородкін Г.О.

Зростання попиту на спортивно-оздоровчі послуги, а також активне використання цифрових сервісів у сфері обслуговування формує потребу в ефективних програмних рішеннях для автоматизації процесів бронювання та оренди спортивних споруд. Традиційні підходи до організації оренди спортивних майданчиків часто передбачають ручне ведення графіків, телефонні домовленості та відсутність централізованого обліку, що знижує якість обслуговування клієнтів і ускладнює управління ресурсами. Це зумовлює актуальність створення інформаційної системи, яка забезпечує централізоване керування процесами оренди, облік замовлень та автоматизацію взаємодії з користувачами.

Об’єктом дослідження є процес організації оренди спортивних споруд, предметом – архітектурні рішення, програмні компоненти та алгоритми автоматизації бронювання спортивних об’єктів. Метою дослідження є підвищення ефективності управління спортивними спорудами шляхом автоматизації процесів бронювання, обліку та взаємодії з клієнтами.

Запропонована система реалізує мікросервісний підхід, що передбачає поділ функціональності на незалежні компоненти: інтерфейс користувача, API та підсистему безпеки, сервіс керування спортивними об’єктами, модуль бронювання, сервіс онлайн-оплати, підсистему сповіщень, модуль звітності, а також модулі збереження і журналювання даних. Така структура забезпечує масштабованість, відмовостійкість і можливість незалежного розгортання компонентів. Узагальнена структура взаємодії функціональних модулів системи наведена на рис. 1.

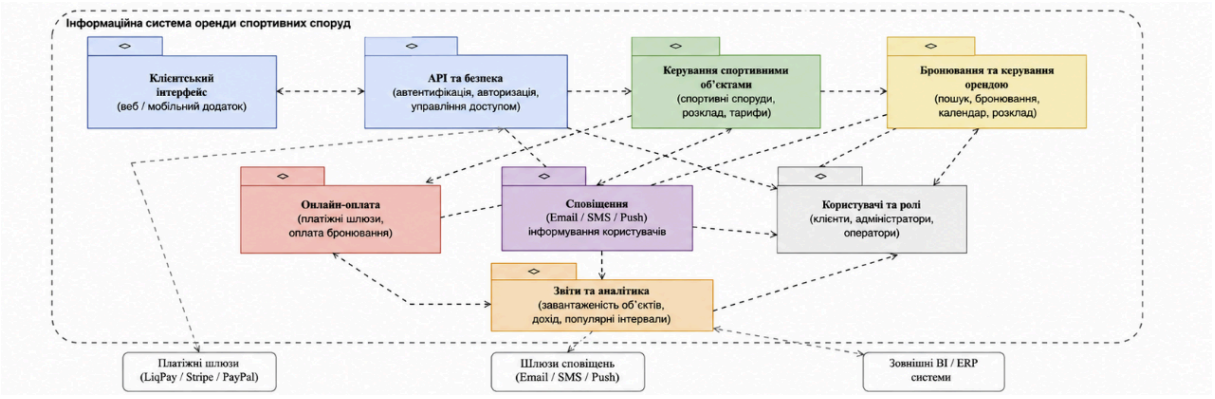


Рис. 1 Функціональна структура інформаційної системи оренди спортивних споруд

Користувачі взаємодіють із системою через вебзастосунок або мобільний додаток, де можуть переглядати доступні спортивні споруди, обирати дату й час оренди, здійснювати бронювання та оплату послуг. Дані про замовлення надходять до централізованої бази даних, де здійснюється перевірка доступності ресурсів та формування графіків використання споруд. Сервіс сповіщень забезпечує автоматичне інформування користувачів про підтвердження бронювання, зміни розкладу або нагадування про початок оренди. Архітектура розгортання системи, що відображає взаємодію клієнтських пристроїв, серверів обробки та зовнішніх сервісів, наведена на рис. 2.

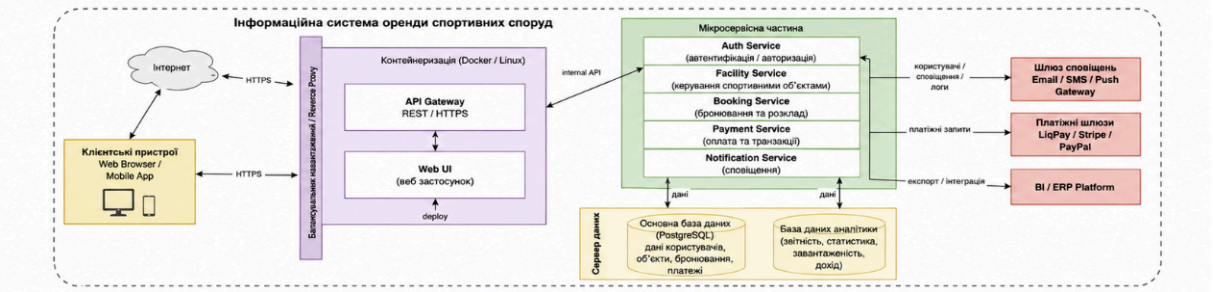


Рис. 2 Архітектура розгортання системи оренди спортивних споруд

У результаті реалізації системи забезпечено автоматизований процес оренди спортивних об’єктів, включаючи футбольні поля, тенісні корти, спортивні зали та басейни. Проведене тестування підтвердило коректність роботи механізмів бронювання, стабільність обробки запитів користувачів та можливість масштабування системи при збільшенні кількості клієнтів. Використання аналітичних механізмів дозволяє визначати рівень завантаженості об’єктів, популярні часові інтервали та підвищувати ефективність використання спортивної інфраструктури.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення інформаційної системи оренди спортивних споруд забезпечує ефективну автоматизацію процесів бронювання, покращує якість обслуговування клієнтів та створює основу для впровадження інтелектуальних сервісів управління спортивною інфраструктурою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/ Sommerville I. Software Engineering. Pearson, 2016.
2. Pressman R. Software Engineering: A Practitioner’s Approach. McGraw-Hill, 2014.
3. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/
4. React Documentation. URL: https://react.dev/
5. Stripe API Documentation. URL: https://stripe.com/docs/
6. Fowler M. Microservices Architecture. URL: https://martinfowler.com/

УДК 004.056.5

БЕЗПЕКА ПЕРЕДАЧІ ТЕЛЕМЕТРІЇ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ НА БАЗІ IOT-ТЕХНОЛОГІЙ

Дуб І.О., науковий керівник Матієвський В.В.

Вступ та актуальність. Сучасна енергетична інфраструктура України перебуває під постійним тиском через системні атаки на об'єкти розподілу. Побутові споживачі потребують інструментів автономного контролю напруги для захисту обладнання. Більшість комерційних IoT-систем мають закритий код та вразливі канали передачі даних. Це зумовлює необхідність розробки кастомного пристрою, де пріоритетом є комплексна безпека телеметрії.

Концептуальна архітектура системи. Система побудована за трирівневою моделлю IoT:

- **Рівень сприйняття:** мікроконтролер ESP32, що здійснює збір сигналів через резистивний дільник за алгоритмом True RMS.
- **Мережевий рівень:** передача пакетів через Wi-Fi з використанням стеку TCP/IP.
- **Прикладний рівень:** бекенд на Node.js, база даних SQLite та інтерфейс у вигляді Telegram-бота.

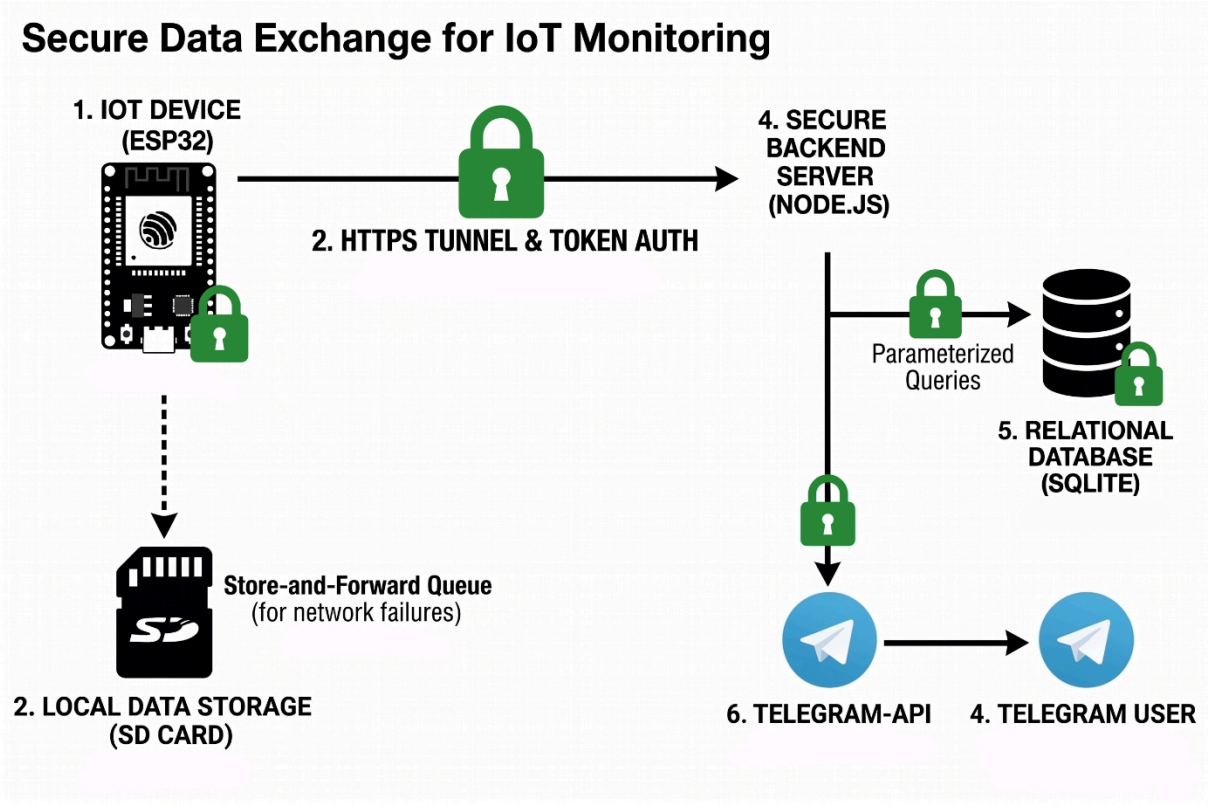


Рис. 1 Загальна топологія IOT системи

Аналіз векторів атак. У ході дослідження проведено деконструкцію загроз для прототипу:

1. **Апаратні:** фізичне вилучення даних з SD-карти або зчитування прошивки через UART/SPI.
2. **Транспортні:** перехоплення трафіку (Sniffing) та атаки Man-in-the-Middle для підміни показників.
3. **Серверні:** SQL-ін’єкції та DoS-атаки фальшивою телеметрією.

Технічна реалізація багаторівневого захисту. Для нейтралізації ризиків впроваджено наступні рішення:

1. **Шифрування:** використання HTTPS замість HTTP для конфіденційності в радіоефірі.

2. **Автентифікація:** механізм токенів (API_SECRET) для ідентифікації пристроїв сервером.
3. **Захист БД:** застосування параметризованих запитів у SQLite для усунення SQL-ін’єкцій.

Забезпечення відмовостійкості. Реалізовано механізми виживання системи в умовах блекауту:

- **Енергонезалежність:** модуль Wemos 18650 Battery Shield та алгоритм Deep Sleep для економії енергії.
- **Локальна буферизація:** файл queue.csv на SD-карті зберігає дані при відсутності зв'язку, що усуває «білі плями» у статистиці.

Висновок. Розроблений комплекс доводить, що високий рівень безпеки IoT можливий на бюджетних мікроконтролерах (< 900 грн) за умови грамотного проектування програмної логіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Top 10 Internet of Things (IoT) Vulnerabilities (2018). OWASP Foundation. URL: https://owasp.org/www-pdf-archive/OWASP-IoT-Top-10-2018-final.pdf (дата звернення: 20.02.2026).
2. ESP32 Technical Reference Manual. Espressif Systems. URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf (дата звернення: 23.03.2026).
3. SQLite Documentation: SQL Injection Prevention. URL: https://www.sqlite.org/faq.html (дата звернення: 12.02.2026).

УДК 004.4

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОДАЖУ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ДРУКУ

Страшнюк А. О., науковий керівник Панкратьєв В. О.

Актуальність теми: Стрімкий розвиток цифрових технологій та адитивного виробництва сприяє широкому впровадженню 3D-друку у різних сферах діяльності людини. Сьогодні 3D-моделі активно використовуються в інженерії, архітектурі, медицині, геймдеві та промисловому дизайні. У зв'язку з цим зростає потреба у зручних та функціональних платформах для обміну, пошуку та продажу цифрових моделей.

Існуючі рішення не завжди повністю задовольняють потреби користувачів, зокрема в частині зручності інтерфейсу, безпеки транзакцій та організації взаємодії між учасниками системи. Тому розробка веб-орієнтованої системи продажу 3D-моделей є актуальною задачею сучасних інформаційних технологій.

Об'єкт дослідження: Об'єктом дослідження є процес організації електронної комерції цифрових 3D-моделей у веб-середовищі.

Предмет дослідження: Предметом дослідження є методи та засоби проєктування і реалізації веб-орієнтованих інформаційних систем із використанням реляційних баз даних та сучасних технологій розробки програмного забезпечення.

Мета дослідження: Дослідження підходів до проєктування веб-орієнтованих інформаційних систем електронної комерції цифрового контенту та розробка системи продажу 3D-моделей із використанням реляційної бази даних, що забезпечує ефективну взаємодію користувачів, цілісність даних і підтримку основних бізнес-процесів.

Завдання дослідження:

- проєктування структури бази даних;
- реалізація механізмів контролю цілісності даних;
- розробка бізнес-логіки системи;
- створення інтерфейсу користувача;
- дослідження архітектурних рішень системи.

Можливості системи: У ході дослідження розроблено інформаційну систему маркетплейсу 3D-моделей, що включає серверну, клієнтську та базову частини. Реляційна база даних реалізована у PostgreSQL та містить основні сутності: User, Model, Order, OrderItem, Paymens, Review, SupportTicket.

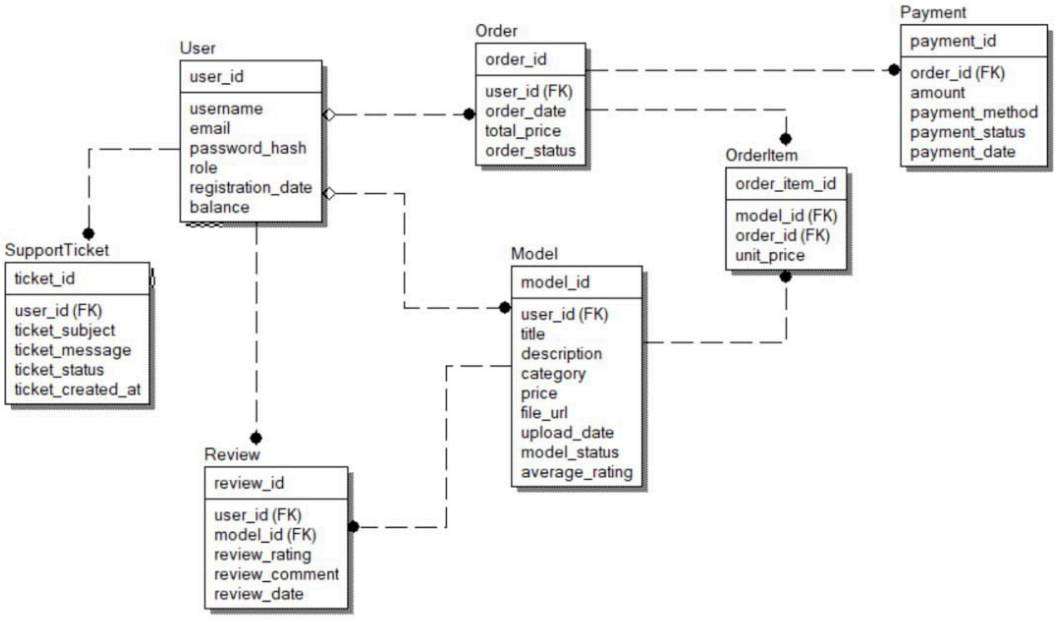


Рис. 1 логічна модель даних 3D Marketplace

Для забезпечення цілісності даних реалізовано обмеження та зв’язки між таблицями, а також набір тригерів, що автоматизують ключові операції. Зокрема, реалізовано автоматичне обчислення рейтингу моделей, перевірку ролей користувачів при створенні записів, заборону купівлі власних моделей та контроль статусу моделей перед здійсненням покупки.

Бізнес-логіка частково перенесена на рівень бази даних у вигляді збережених процедур, що виконують операції створення замовлень, додавання моделей та обробки платежів.

Окремо реалізовано механізм формування звітно-статистичної інформації на основі SQL-запитів із використанням агрегатних функцій, що дозволяє визначати дохід продавців, популярність моделей та активність користувачів.

У системі реалізовано наскрізний бізнес-процес придбання моделі, що включає перевірку даних користувача, обробку платежу та надання доступу до цифрового ресурсу. Для обробки платежів використано Stripe Connect, що забезпечує автоматичний розподіл коштів між продавцем і платформою.

Для зберігання та захисту файлів 3D-моделей використано хмарне сховище, у якому доступ до файлів надається лише після завершення транзакції. Також реалізовано веб-компонент для інтерактивного перегляду 3D-моделей у браузері.

Архітектура системи: Система побудована за клієнт-серверною архітектурою з розподілом на три рівні. Клієнтська частина реалізує інтерфейс користувача та взаємодію з системою. Серверна частина забезпечує обробку запитів та виконання бізнес-логіки. Рівень даних представлений реляційною базою PostgreSQL та хмарними сервісами для зберігання файлів і оперативних даних.

Запропонована архітектура забезпечує масштабованість, гнучкість та надійність функціонування системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Stone, Richard, Wood, David. "Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management." Pearson, 2015.
2. PostgreSQL Global Development Group. "PostgreSQL Documentation." Режим доступу: https://www.postgresql.org/docs/

УДК 004.9

ОБ'ЄКТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ ІТ–КОМПАНІЙ

Полянський Б.В., науковий керівник Ніколаєнко Д.В.

Актуальність

Впровадження систем підтримки прийняття рішень (СППР) у діяльність сервісних ІТ–компаній є критично важливим для переходу від простого накопичення даних до інтелектуального управління. На відміну від облікових систем, що фіксують лише поточний стан справ, СППР дозволяє автоматизувати аналіз рентабельності кожного співробітника та підрозділу. Це мінімізує людський фактор при прийнятті кадрових рішень та дозволяє оперативно реагувати на фінансові ризики у сервісній мережі.

Об'єкт дослідження – процеси аналітичної обробки даних та прийняття управлінських рішень у сфері ІТ–обслуговування.

Предмет дослідження – моделі та алгоритми об'єктно–орієнтованого проектування СППР для оцінки окупності сервісних послуг.

Мета дослідження – обґрунтування концепції та розробка об'єктної моделі системи, яка забезпечує автоматизований розрахунок показників ROI для підтримки стратегічних рішень керівництва.

Завдання дослідження:

1. Провести системний аналіз бізнес–логіки СППР та побудувати модель Canvas.
2. Розробити сценарії взаємодії користувачів з аналітичним модулем системи.
3. Побудувати BPMN–модель бізнес–процесу аналізу рентабельності для візуалізації логіки прийняття управлінських рішень.
4. Описати алгоритм автоматичного виявлення збиткових показників у сервісній діяльності.

Методологія та проектування системи. Процес проектування базувався на системному аналізі, що дозволило виокремити ключові ціннісні пропозиції: автоматизація звітності та візуалізація фінансових ризиків. У межах дослідження визначено понад 10 функціональних вимог, серед яких пріоритетними є: авторизація згідно з аналітичними ролями, формування складних запитів до сховища даних та графічне представлення результатів ROI–аналізу. Кожна вимога описана у форматі User Story та перевірена за критеріями INVEST.

Моделювання процесів прийняття рішень. Для опису логіки управління та взаємодії між учасниками процесу було обрано нотацію BPMN (Business Process Model and Notation). Як показано на рис. 1, модель відображає наскрізний потік робіт: від ініціації запиту керівником до автоматизованої обробки даних аналітичним модулем.

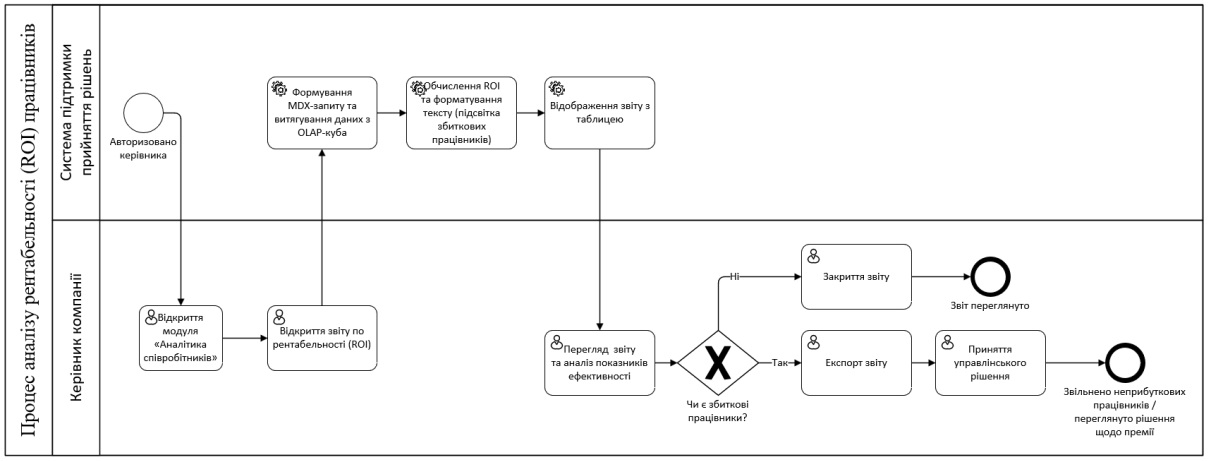


Рис. 1 BPMN–діаграма бізнес–процесу аналізу рентабельності та прийняття управлінських рішень

Відповідно до представленої моделі (див. рис. 1), ключовими аспектами є:

- Запит на аналіз: керівник ініціює перевірку рентабельності персоналу через інтерфейс СППР.
- Агрегація даних: система автоматично звертається до багатовимірного сховища для порівняння витрат на утримання фахівців із прибутком від виконаних ними робіт.
- Логіка оцінювання: аналітичний модуль порівнює фактичні показники з цільовими KPI.
- Видача рішення: система візуально виділяє працівників, чия окупність нижча за 100% («червона зона»), що є сигналом для перегляду кадрової політики або преміювання успішних співробітників.

Використання BPMN–моделі дозволяє чітко зафіксувати точки прийняття рішень та відповідальність кожного учасника (керівника та системи підтримки прийняття рішень), забезпечуючи прозорість фінансового моніторингу.

Висновки. У результаті дослідження розроблено об’єктну модель СППР, яка автоматизує складні процеси аналізу рентабельності персоналу. Було виділено функціональні та нефункціональні вимоги та описано за допомогою Use case та User Story. Використання нотації BPMN дозволило детально спроектувати логіку розгалуження бізнес–процесів та алгоритми взаємодії аналітичних модулів, що забезпечує стабільну роботу системи при обробці великих масивів даних. Впровадження запропонованих рішень підвищує об’єктивність управління IT–компанією та дозволяє скоротити час на підготовку аналітичної звітності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Метод BPMN (Business Process Model and Notation) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://osvita.ua/vnz/reports/management/14611/.
2. BPMN 2.0 Standard – Business Process Model and Notation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bpmn.org/.
3. Business Model Canvas [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.strategyzer.com/canvas/business–model–canvas.

УДК 004.42

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРНОГО ШАБЛОНУ ДЛЯ РОЗГОРТАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАСТОСУНКІВ У СЕРЕДОВИЩІ AWS

Копча О.С., науковий керівник д.т.н., проф. Коваленко О.Є.

Мета. Формування методологічних засад для інфраструктурного шаблону розгортання прикладних застосунків у середовищі AWS.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є хмарна інфраструктура для розгортання прикладних застосунків. Предметом дослідження є інфраструктурний шаблон на платформі AWS.

Актуальність дослідження. Підтримка та розгортання прикладних застосунків є одним з напрямків, які найбільш швидко розвиваються в області розробки програмного забезпечення. В умовах коли кількість додатків збільшується кожен рік, потреба у їх розгортанні з дотриманням комерційних стандартів у області впровадження безпекових стандартів, горизонтального розширення та відмовостійкості також зростає[1]. Набуває популярності метод контейнеризації, як найбільш актуальний сучасний підхід, який забезпечує повторюваність результатів при розгортанні додатку у різних середовищах [2]. Актуальність дослідження полягає в створенні методологічних засад формування інфраструктурного шаблону для розгортання додатків, який буде відповідати усім вимогам комерційного розгортання з інтеграцією провідних методів контейнеризації.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувався комплекс методів дослідження хмарної інфраструктури. Зокрема, проведено огляд наукових джерел для вибору оптимальної хмарної платформи розгортання та методу контейнеризації, який найкраще інтегрований до неї. Методом системного аналізу було досліджено взаємодію між різними рівнями системи розгортання, зокрема рівнем балансування навантаження, рівнем фізичного виконання коду та рівнем взаємодії з базою даних. Методом моделювання було побудовано модель взаємодії з прикладним застосунком, розгорнутим у середовищі AWS. На основі методологічних засад, сформовано інфраструктурний шаблон. Розгорнуто прикладний застосунок у середовищі AWS, та проведений експеримент для перевірки працездатності.

Основні результати дослідження. У результаті дослідження розроблено методологічні засади формування інфраструктурного шаблону, який відповідає сучасним вимогам розгортання контейнеризованих застосунків на платформі AWS. На основі шаблону практично розгорнуто контейнеризований застосунок, працездатність якого була перевірена практичним експериментом. Було досягнуто такі ключові вимоги:

1. Ізольованість та повторюваність: з використанням платформи Docker для контейнеризації та системи AWS ECR для управління контейнерами було досягнуто консистентності та повторюваності під час розгортання застосунку [2].
2. Відмовостійкість: під час використанні керованого обчислювального рушія Fargate та налаштування груп виконання коду було досягнуто постійної роботи системи [1].
3. Безпека: була запроваджена модель безпеки Zero-Trust за допомогою технології IAM. Усі елементи системи мають обмежений доступ лише до тих ресурсів, які маюсь використовуватися елементом системи [3].
4. Масштабованість: за допомогою використання системи Application Load Balancer було досягнуто автоматичного горизонтального розширення системи, під час збільшення кількості запитів [1].
5. Спостереження: за допомогою сервісу CloudWatch налаштований постійний моніторинг та збір логів.

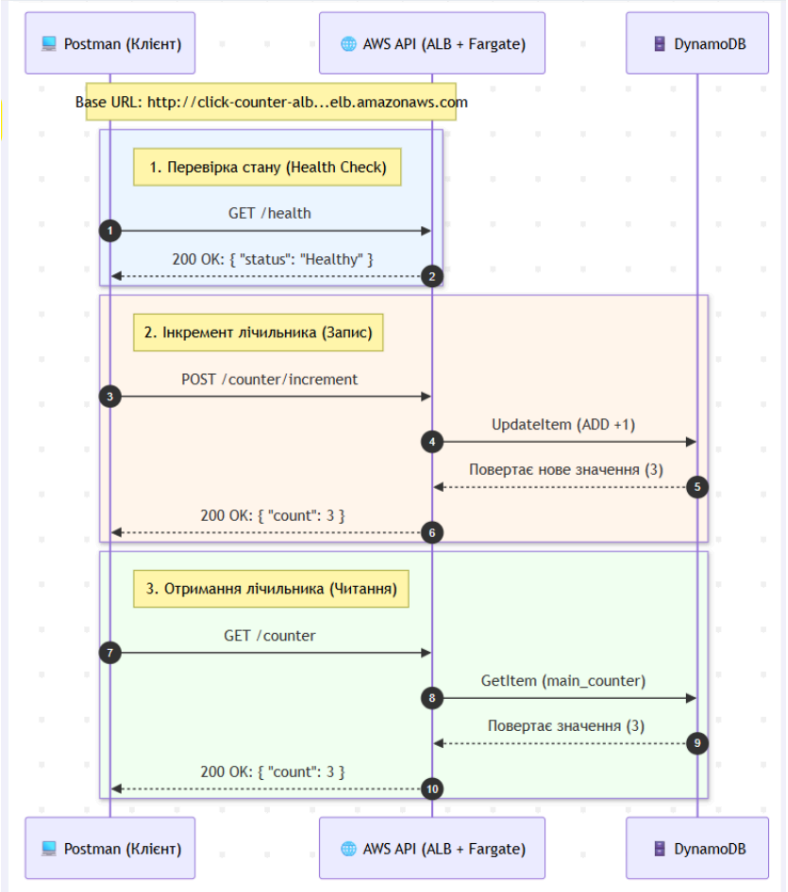


Рис. 1 Діаграма послідовності запитів роботи системи розгорнутої на платформі AWS

Висновки. Отримані результати роботи розгорнутого прикладного застосунку відповідно до розроблених методичних вказівок підтверджують доцільність їх використання. Запропонований інфраструктурний шаблон відповідає сучасним вимогам до автоматичного горизонтального розширення. Використання моделі безпеки Zero-Trust за допомогою технології IAM надає високий рівень безпеки та мінімальний доступ компонентів системи розгортання до інших ресурсів. Запропоновані архітектурні рішення дозволили забезпечити високу відмовостійкість з постійною перевіркою працездатності системи. Створена стандартизована основа може слугувати для розгортання великої кількості різних IT продуктів та підтримує розширення для інтеграції з іншими системами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hossein Shafiei, Ahmad Khonsari, and Payam Mousavi. 2022. Serverless Computing: A Survey of Opportunities, Challenges, and Applications. ACM Comput. Surv. 54, 11s, Article 239 (January 2022), 32 pages. DOI: https://doi.org/10.1145/3510611
2. Boettiger, C. An introduction to Docker for reproducible research. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dl.acm.org/doi/10.1145/2723872.2723882
3. Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., Connelly, S. Zero Trust Architecture. NIST Special Publication 800-207. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-207/final

УДК 004.056

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ СЛІДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ОСВІТНІХ СИСТЕМ

Лахно М.В., науковий керівник д.т.н., проф. Шкарупило В.В.

Впровадження дистанційних та змішаних форм навчання в українських закладах вищої освіти (далі ЗВО), зумовлене спочатку спалахом пандемії, а згодом воєнним станом, призвело до інтенсивного використання інформаційно-освітніх систем (ІОС). Дії здобувачів вищої освіти та викладачів у цих системах генерують великі обсяги цифрових слідів (далі ЦС), які містять гетерогенні дані про їхню активність, траєкторії взаємодії та потенційно ризикові поведінкові шаблони. Наявні засоби та методи забезпечення інформаційної безпеки (ІБ), що побудовані переважно на статичних політиках контролю доступу користувачів до ІОС, не здатні гнучко реагувати на нові приховані загрози та атипову поведінку. Чинні підходи методи захисту ІОС стикаються з проблемою високого рівня хибних спрацювань та не враховують специфіку освітнього процесу у ЗВО. Тому виникла науково-практична задача розробки новітніх інтелектуальних систем аналізу ЦС, що поєднують машинне навчання (МН), кластеризацію та ймовірнісні моделі для контекстно-залежного оцінювання ризиків в ІОС.

Для розв'язання задачі виявлення атипової поведінки користувачів та підвищення рівня захищеності ІОС розроблено комплексний метод, див. рис. 1, який включає два нові методи аналізу ЦС та концептуальну модель системи підтримки прийняття рішень [1, 2]. Запропонований метод поєднав ансамблеву кластеризацію з експоненціальним зважуванням, побудову локальних баєсівських мереж для кожного кластеру та прогнозування рівня ризику за допомогою градієнтного бустингу (XGBoost). Впровадження експоненціального зважування дозволяє ефективно враховувати якісну неоднорідність різних алгоритмів кластеризації, посилюючи внесок найкращих моделей. Для кожного кластера формуємо локальну баєсівську мережу, яка моделює причинно-імовірнісні залежності між параметрами поведінки та дозволяє оцінити ймовірності виникнення загрозливих станів навіть за умов неповноти даних. Також запропоновано гібридний метод структурно-ієрархічного аналізу. Цей метод вдосконалює процедуру виявлення атипової поведінки шляхом інтеграції структурно-ієрархічного моделювання процесів в ІОС, спектральної кластеризації графа взаємодій та зваженого ансамблювання моделей XGBoost й ізоляційного лісу (Isolation Forest). Метод дає змогу виявляти не лише статистичні відхилення, але й глибокі структурні аномалії, пов’язані з порушенням логіки освітнього процесу, до прикладу, недоброчесне делегування доступу під час тестування тощо. Розроблено модель, яка розширює базову оцінку ризиків шляхом включення контекстних характеристик: профілю користувача, його ролі, рівня технічних знань з питань інформаційної безпеки (ІБ) та моделі життєвого циклу. Користувачі сегментуються на групи від «обізнаних» до «недбалих» або «безвідповідальних». Це забезпечує автоматизовану генерацію рекомендацій щодо блокування чи обмеження доступу до ІОС.

Обчислювальні експерименти проводилися на реальних даних платформи elearn.nubip.edu.ua, датасет якої охоплював понад 300 000 подій. Результати тестування гібридного методу показали збалансовані показники. Зокрема, F1-score на рівні 0,858 та площа під ROC-кривою (ROC-AUC) 0,956. Ансамблевий метод продемонстрував найвищий показник середньої точності (Average Precision), який склав 0,985.

Висновки. Запропонована інформаційна технологія доводить, що перехід від статичних правил кореляції подій ІБ до інтелектуального аналізу цифрових слідів дозволяє суттєво підвищити захищеність освітнього середовища.

Algorithm 1: Multilevel Adaptive Digital Trace Analysis in Educational Information Systems

Input : X – множина ЦС користувачів ІОС ЗВО;
UP – профілі користувачів;
AR – база правил інцидентів;
T – часове вікно спостереження;
Output: R^* – інтегрована оцінка рівня ризику користувача;
D – множина прийнятих рішень, $D \subset \{\text{Allow}, \text{Alert}, \text{Block}\}$;

Perform preprocessing and normalization of digital traces in X;
Apply ensemble clustering to X to obtain clusters $C = \{C_1, C_2, \ldots, C_k\}$;
foreach *cluster* $C_i \in C$ **do**
    Construct a local Bayesian network B_i from samples in C_i;
    foreach *user* $x \in C_i$ **do**
        Compute posterior probability $P(x \mid B_i)$ using inference;
        Evaluate risk score $R_\beta(x) = f(P(x \mid B_i))$;
Train XGBoost model F_{XGB} on labeled digital traces;
foreach *user* $x \in X$ **do**
    Predict refined risk score $R_{xgb}(x) = F_{XGB}(z_x)$;
    Obtain contextual profile $CON(x)$ from UP;
    Compute contextual risk adjustment $R_{ctx}(x) = \alpha \cdot R_\beta(x) + (1 - \alpha) \cdot \bar{R}(CON(x))$;
    Integrate final risk $R^*(x) = \gamma \cdot R_{xgb}(x) + (1 - \gamma) \cdot R_{ctx}(x)$;
    if $R^*(x) > \textit{threshold}\ r_1$ **then**
        Retrieve $AR^*(x)$ from AR if exists matching rule;
        Make decision $D(x) \in \{\text{Alert}, \text{Block}\}$ based on R^* and $AR^*(x)$;
    else
        $D(x) \leftarrow \text{Allow}$;

Рис. 1 Багаторівневий цифровий аналіз цифрових слідів в інформаційно-освітніх системах ЗВО

Синергетичне поєднання супервізованих (XGBoost) та несупервізованих (кластеризація, Isolation Forest) алгоритмів з імовірнісним моделюванням гарантує високу точність виявлення відомих і прихованих загроз (показник ROC AUC на рівні 0,94–0,95) при низькому рівні хибних тривог. Розроблені методи формують надійне підґрунтя для створення варіативних політик управління ризиками, що повною мірою враховує специфіку освітніх процесів у ЗВО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лахно, М. В. (2025). Контекстуальні характеристики цифрових слідів та їхній вплив на інформаційну безпеку університету. Центрально український науковий вісник. Технічні науки. 2025. Вип. 11(42), ч. II, , с. 11-22. DOI: https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.11-2
2. Лахно, М. В. Метод багаторівневого аналізу цифрових слідів в інформаційно-освітніх системах, ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ № 3(41), 2025, с. 193-202.

УДК 004.04

АНАЛІЗ ВРАЗЛИВОСТЕЙ КОМЕРЦІЙНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТОДАМИ ДЕКОМПІЛЯЦІЇ: ПЛАТФОРМОЗАЛЕЖНІ АСПЕКТИ ТА ПРАВОВІ МЕЖІ

Бажин О.В., науковий керівник Ткаченко О.М.

Вступ

Реверс-інжиніринг програмного забезпечення є важливим напрямом кібербезпеки, що дозволяє виявляти приховані вразливості, аналізувати протоколи передачі даних та оцінювати рівень захищеності комерційних продуктів. Особливої актуальності ця проблема набуває в контексті зростання кількості атак на ланцюги постачання програмного забезпечення та витоків конфіденційних даних через слабкі місця у реалізації криптографічних протоколів.

Метою даної роботи є дослідження методів декомпіляції програмного забезпечення для різних платформ та виявлення типових вразливостей, що виникають внаслідок недостатнього захисту скомпільованого коду, а також визначення правових меж застосування таких методів.

Методи декомпіляції для різних платформ

Рівень відновлення вихідного коду суттєво відрізняється залежно від платформи та технологічного стеку. Для .NET-застосунків (EXE, DLL) існують інструменти ILSpy та dnSpy, що дозволяють отримати код, практично ідентичний оригінальному, оскільки CIL-байткод зберігає імена методів, полів і типів. Це робить .NET-застосунки, що не пройшли обфускацію, особливо вразливими до декомпіляції.

Веб-сервіси та клієнтські застосунки на JavaScript є відкритими за своєю природою. Навіть мінімізований код відновлюється за допомогою beautifier-інструментів, а WebAssembly (WASM) може бути декомпільований через wasm-decompile або Ghidra. Для аналізу мережевої взаємодії між клієнтом і сервером ефективно застосовується HTTPS-проксі, зокрема Fiddler, що дозволяє перехоплювати та аналізувати зашифрований трафік.

Програмне забезпечення для вбудованих систем на C є найбільш стійким до реверс-інжинірингу, проте не є абсолютно захищеним. Інструменти Ghidra та IDA Pro дозволяють дизасемблювати бінарний код і відновлювати логіку програми, хоча цей процес є значно складнішим через відсутність символьної інформації.

Практичний кейс: аналіз M.E.Doc

Для ілюстрації вищезазначених методів розглянуто аналіз .NET-застосунку M.E.Doc — популярного українського програмного забезпечення для бухгалтерського обліку. За допомогою ILSpy було отримано читабельний C#-код застосунку, у якому виявлено використання симетричного XOR-шифрування для захисту мережевих повідомлень. Ключ шифрування та маркер протоколу зберігалися безпосередньо в коді у відкритому вигляді.

Паралельно, за допомогою проксі Fiddler було перехоплено HTTPS-трафік між застосунком та сервером ліцензування. Аналіз запитів підтвердив структуру шифрованих повідомлень, що відповідала знайденій реалізації в декомпільованому коді. Виявлені вразливості включають: (1) використання слабкого XOR-шифрування замість сучасних алгоритмів (AES-256, ChaCha20); (2) зберігання секретних ключів у коді; (3) відсутність перевірки цілісності повідомлень (HMAC). Дане дослідження проводилося виключно в **освітніх цілях** для вивчення методів реверс-інжинірингу та аналізу власного трафіку.

Правові та етичні аспекти

Декомпіляція програмного забезпечення регулюється національним та міжнародним законодавством. Директива ЄС 2009/24/ЕС та Закон України «Про

авторське право і суміжні права» допускають реверс-інжиніринг виключно з метою забезпечення сумісності або дослідження безпеки, і лише за умови, що особа має законне право використовувати програму. Використання отриманої інформації для обходу систем захисту або несанкціонованого доступу є порушенням законодавства.

Відповідальне розкриття вразливостей (responsible disclosure) передбачає повідомлення розробника до публічного оприлюднення результатів дослідження. Такий підхід дозволяє виробникам усунути вразливості та підвищити рівень безпеки продукту, не завдаючи шкоди користувачам.

Висновки

Проведений аналіз демонструє, що .NET-застосунки без обфускації є найбільш вразливими до декомпіляції, тоді як вбудовані системи на C забезпечують вищий рівень захисту. Типовими вразливостями є зберігання ключів у коді та використання слабких алгоритмів шифрування. Розробникам рекомендується застосовувати обфускацію коду, виносити секрети у захищені сховища та впроваджувати сучасні криптографічні протоколи. Дослідження у сфері реверс-інжинірингу є важливим інструментом підвищення загального рівня кібербезпеки за умови дотримання правових та етичних норм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Eilam E. Reversing: Secrets of Reverse Engineering. Wiley, 2005. 624 p.
2. Eagle C. The IDA Pro Book: The Unofficial Guide to the World's Most Popular Disassembler. No Starch Press, 2011. 672 p.
3. Directive 2009/24/EC of the European Parliament on the legal protection of computer programs. Official Journal of the EU, 2009.
4. Закон України «Про авторське право і суміжні права» від 01.12.2022 № 2811-IX. Верховна Рада України, 2022.
5. National Security Agency. Ghidra Software Reverse Engineering Framework. [Електронний ресурс]. URL: https://ghidra-sre.org (дата звернення: 25.04.2026).
6. Schmied L. et al. ILSpy — .NET Decompiler. [Електронний ресурс]. URL: https://github.com/icsharpcode/ILSpy (дата звернення: 25.04.2026).

УДК 004.738.5

ОГЛЯД СИСТЕМ SMARTHOME НА РИНКУ УКРАЇНИ

Кравчук В.В., науковий керівник, доцент кафедри КСМтаКіб Волошин С.М.

Сучасний розвиток інформаційних технологій та концепції Інтернету речей (IoT) зумовлює активне впровадження систем автоматизації житлового середовища, відомих як Smart Home. Під поняттям “розумний дім” розуміється інтегрована система взаємопов’язаних пристроїв, що забезпечує автоматизоване керування різними аспектами функціонування житла, зокрема безпекою, кліматом, освітленням та побутовою технікою. Основною метою впровадження таких систем є підвищення рівня комфорту, енергоефективності та безпеки користувача.

Архітектура системи Smart Home базується на взаємодії трьох ключових компонентів: датчиків, центру управління та виконавчих пристроїв (рисунок 1). Датчики здійснюють збір інформації про стан навколишнього середовища, зокрема температури, освітлення, руху або вологості. Отримані дані передаються до центрального контролера, який виконує їх обробку відповідно до заданих алгоритмів або сценаріїв.

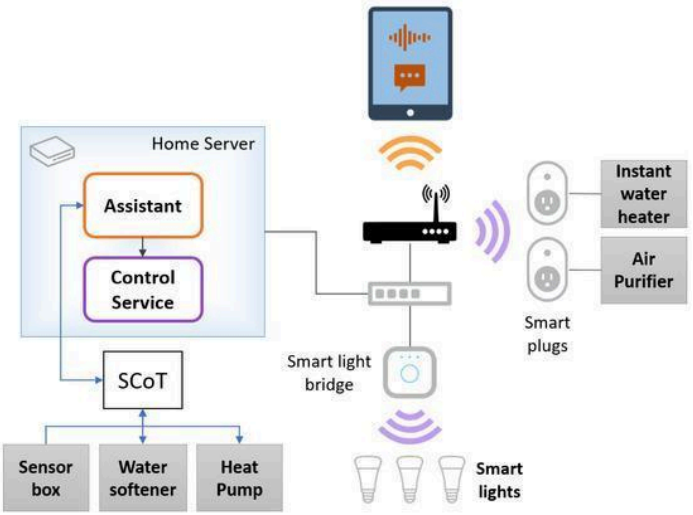


Рис. 1 Архітектура системи Smart Home

На основі аналізу система формує керуючі сигнали для виконавчих пристроїв, які реалізують відповідні дії, наприклад вмикають освітлення, регулюють температуру або активують охоронні механізми. Додатково важливу роль відіграють хмарні сервіси, що забезпечують віддалений доступ, збереження даних та інтеграцію з мобільними додатками. Таким чином, Smart Home функціонує як єдиний інтелектуальний комплекс, здатний працювати автономно.

Функціонально системи “розумного дому” охоплюють кілька ключових напрямів. Одним із найважливіших є система безпеки, яка включає відеоспостереження, сигналізацію та датчики руху. Вона дозволяє здійснювати постійний моніторинг житла та оперативно реагувати на загрози. Не менш важливою складовою є клімат-контроль, який автоматично підтримує комфортні умови в приміщенні, оптимізуючи споживання енергоресурсів. Система освітлення забезпечує не лише базове керування світлом, але й реалізацію складних сценаріїв із регулюванням яскравості та кольорової температури. Крім того, Smart Home включає енергоменеджмент, який дозволяє контролювати споживання електроенергії, а також мультимедійні системи та інтеграцію побутової техніки, що формує єдину цифрову екосистему житла.

На сучасному ринку України представлено кілька ключових систем Smart Home, які відрізняються за функціональністю, рівнем складності та цільовою аудиторією. Одним із лідерів у сфері безпеки є Ajax Systems — український виробник, що здобув

міжнародне визнання. Система орієнтована на забезпечення високого рівня захисту житла та використовує власні протоколи зв'язку Jeweller і Wings, які забезпечують стабільну передачу даних на значні відстані. Важливою особливістю є використання хмарної інфраструктури Ajax Cloud, що дозволяє миттєво отримувати сповіщення та здійснювати віддалений контроль. Серед переваг системи варто відзначити високу надійність, швидкість реагування та простоту встановлення завдяки бездротовій архітектурі.

Іншим важливим представником є Fibaro — європейська система преміум-класу, яка базується на технології Z-Wave. Особливістю цієї технології є використання mesh-мережі, в якій кожен пристрій може передавати сигнал іншим, що підвищує стабільність системи навіть у великих будинках. Центральним елементом є контролер Home Center, який забезпечує управління всіма компонентами. Fibaro відзначається високим рівнем автоматизації, гнучкістю налаштування та можливістю інтеграції з іншими платформами. Водночас система характеризується відносно високою вартістю та складністю інсталяції, що обмежує її використання переважно у преміум-сегменті.

Значну частку масового ринку займає Xiaomi Smart Home, яка орієнтована на широке коло користувачів. Основною перевагою цієї системи є доступність та простота інтеграції, що реалізується за принципом plug-and-play. Xiaomi використовує комбінацію протоколів Wi-Fi, Bluetooth та ZigBee, що дозволяє створювати гнучкі та масштабовані системи. Особливістю є широкий асортимент пристроїв, включаючи не лише датчики та елементи автоматизації, але й побутову техніку, що інтегрується в єдину екосистему. Такий підхід дозволяє створити зручне цифрове середовище для повсякденного використання, хоча рівень безпеки та складність автоматизації поступаються професійним рішенням.

Порівняльний аналіз зазначених систем дозволяє зробити висновок про їх чітку сегментацію на ринку. Ajax Systems орієнтується на безпеку та професійні рішення, Fibaro — на комплексну автоматизацію преміум-рівня, тоді як Xiaomi займає нішу доступних масових продуктів. Вибір конкретної системи залежить від потреб користувача, бюджету та рівня технічної складності, яку він готовий прийняти.

Незважаючи на значні переваги, системи Smart Home мають і певні недоліки. До основних слід віднести залежність від стабільного інтернет-з'єднання, потенційні ризики кібербезпеки, а також високу вартість окремих рішень. Крім того, складні системи можуть потребувати професійного встановлення та налаштування. Водночас переваги, такі як енергоефективність, автоматизація процесів та підвищення рівня безпеки, значно переважають недоліки.

Системи Smart Home є перспективним напрямом розвитку інформаційних технологій, що активно впроваджується в Україні. Вони дозволяють не лише підвищити комфорт проживання, але й оптимізувати використання ресурсів та забезпечити високий рівень безпеки. У майбутньому очікується подальша інтеграція таких систем з технологіями штучного інтелекту, що дозвоь створити ще більш адаптивні та інтелектуальні житлові середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ajax Systems. Official website. URL: https://ajax.systems
2. Fibaro. Official website. URL: https://www.fibaro.com
3. Xiaomi. Smart Home ecosystem. URL: https://www.mi.com
4. IEEE. Internet of Things: Architecture and Standards. URL: https://www.ieee.org

УДК 004.42:613

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ СТУДЕНТІВ НА БАЗІ TELEGRAM-БОТА

Ляховчук В. В., науковий керівник Баранова Т. А.

Актуальність теми. У сучасному освітньому середовищі студенти потребують швидкого та зручного доступу до актуального розкладу занять. Перегляд розкладу через вебсайти або електронні таблиці не завжди є достатньо зручним, особливо під час щоденного мобільного використання. Додатковою проблемою є наявність вибіркових дисциплін, через що загальний розклад академічної групи не повністю відповідає індивідуальним потребам конкретного студента. Використання Telegram-бота як інтерфейсу доступу до розкладу дозволяє забезпечити кросплатформеність, швидку взаємодію та персоналізацію відображення занять.

Об’єкт дослідження. Процес автоматизації доступу студентів до персоналізованого розкладу занять.

Предмет дослідження. Методи, моделі та програмні засоби розробки Telegram-ботів для формування персоналізованого розкладу занять з урахуванням вибіркових дисциплін.

Мета дослідження. Розробка програмного забезпечення для автоматизації доступу до персоналізованого розкладу занять студентів у вигляді Telegram-бота, який використовує офіційний розклад як джерело даних та враховує індивідуально обрані дисципліни користувача.

Завдання дослідження:

1. проаналізувати предметну область та визначити вимоги до системи;
2. обґрунтувати вибір технологічного стеку;
3. спроєктувати структуру бази даних;
4. реалізувати імпорт розкладу з офіційного джерела;
5. реалізувати механізм формування персоналізованого розкладу;
6. розробити інтерфейс користувача Telegram-бота.

Виклад основного матеріалу. Для реалізації системи обрано мову програмування **Python**, яка є зручною для розробки Telegram-ботів і має широку екосистему бібліотек для роботи з даними. Для взаємодії з Telegram Bot API використано фреймворк **aiogram**, а для зберігання даних — **SQLite**, що є доцільним для навчального проєкту завдяки простоті налаштування та відсутності потреби в окремому сервері.

Архітектура системи побудована за модульним принципом. Основні функціональні блоки — перегляд розкладу, робота з вибірковими дисциплінами, профіль користувача, нагадування та імпорт даних — винесені в окремі модулі. Для обробки офіційного Excel-файлу розкладу використовується бібліотека **openpyxl**, яка дозволяє зчитувати таблиці та витягувати записи занять для потрібної академічної групи.

Ключовим елементом системи є **персоналізація розкладу**. У базі даних зберігаються вибіркові дисципліни користувача, після чого бот формує розклад так, щоб студент бачив лише актуальні для себе заняття. Додатково реалізовано автоматичне визначення типу навчального тижня — чисельника або знаменника — на основі опорної дати.

Інтерфейс користувача реалізовано за допомогою **Reply Keyboard** та текстових повідомлень Telegram. Після запуску бота користувач отримує доступ до головного меню, з якого може перейти до перегляду розкладу, вибіркових дисциплін, профілю та налаштувань нагадувань. Для зручності перегляд розкладу винесено в окреме підменю.

У таблиці 1 наведено детальний опис основних технічних компонентів системи.

Таблиця 1. Технологічні компоненти та їх функціональне призначення

Компонент системи	**Інструментарій**	**Функціональна роль**
Core Framework	aiogram	Взаємодія з Telegram Bot API
Programming Language	Python	Реалізація логіки системи
Database	SQLite	Зберігання користувачів, розкладу та вибіркових дисциплін
Excel Processing	openpyxl	Зчитування та обробка файлу розкладу
Configuration	dotenv / env	Зберігання токена та параметрів середовища
Scheduling Logic	datetime / custom logic	Визначення типу навчального тижня
Reminder Module	внутрішній модуль бота	Формування та надсилання нагадувань

Інтерфейс користувача та функціональні можливості. Telegram-бот забезпечує перегляд розкладу на сьогодні, завтра та тиждень, роботу з вибірковими дисциплінами, перегляд профілю та налаштування нагадувань. Особливістю системи є відображення персоналізованого розкладу замість загального розкладу для всієї академічної групи.

Отримані результати. У ході роботи було розроблено та протестовано Telegram-бота для автоматизації доступу до персоналізованого розкладу занять студентів. Реалізовано імпорт даних розкладу, збереження користувацьких налаштувань, підтримку вибіркових дисциплін, автоматичне визначення типу навчального тижня та виведення розкладу у зручному для користувача вигляді. Проведене тестування показало коректну роботу основних сценаріїв: запуск бота, перегляд розкладу, зміну вибіркових дисциплін і перегляд профілю.

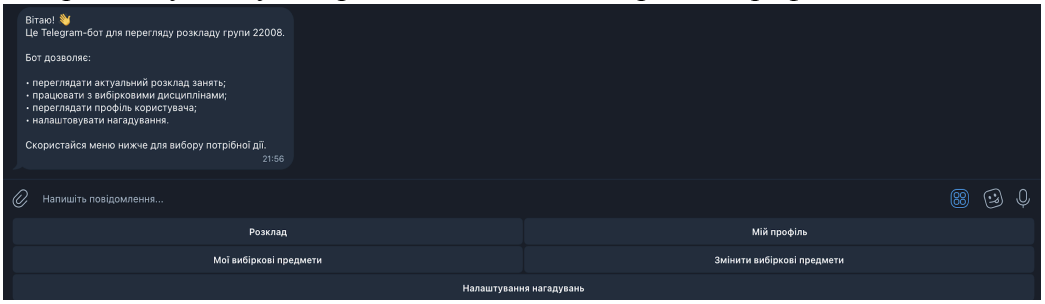


Рис. 1 Інтерфейс Telegram-бота: головне меню та приклад перегляду розкладу.

На рисунку наведено приклад інтерфейсу користувача Telegram-бота. Меню побудовано за принципами простоти та логічної навігації, що забезпечує швидкий доступ до основних функцій системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aiogram Documentation. URL: https://docs.aiogram.dev/
2. Python Documentation. URL: https://docs.python.org/3/
3. OpenPyXL Documentation. URL: https://openpyxl.readthedocs.io/
4. SQLite Documentation. URL: https://www.sqlite.org/docs.html

УДК 004.056.5

ЗАХИСТ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ ІТ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОТОКОЛІВ КАНАЛЬНОГО РІВНЯ ТА АРХІТЕКТУРИ НУЛЬОВОЇ ДОВІРИ

Бобир Д.Г., науковий керівник Матієвський В.В.

Вступ та актуальність. У 2025–2026 роках цифрова трансформація бізнес-процесів висуває нові вимоги до безпеки корпоративних мереж. Статистичні дані CERT-UA вказують на критичне зростання кіберінцидентів в IT-секторі (на 37% більше, ніж у попередньому періоді), що підкреслює вразливість класичних моделей захисту. Традиційний підхід, що базується на «довірі до внутрішнього користувача», більше не є ефективним. Дане дослідження пропонує перехід до архітектури нульової довіри (Zero Trust), де безпека забезпечується на кожному рівні моделі OSI, починаючи з канального.

Архітектурні рішення та мікросегментація. Проєктована мережа базується на ієрархічній моделі Cisco (Core-Access). Основним елементом ядра є багатопортовий комутатор L3 (SW-CORE), який забезпечує швидкісну маршрутизацію між віртуальними мережами.

Для реалізації принципу нульової довіри було проведено глибоку сегментацію за допомогою VLAN 10–60:

- VLAN 20 (DEVELOPERS) — сегмент для розробників;
- VLAN 30 (ADMINS) — мережа системних адміністраторів;
- VLAN 40 (MANAGERS) — відділ управління;
- VLAN 50 (SERVERS) — критично важливі сервіси (DHCP, DNS, Web);
- VLAN 60 (WIFI) — гостьовий доступ.

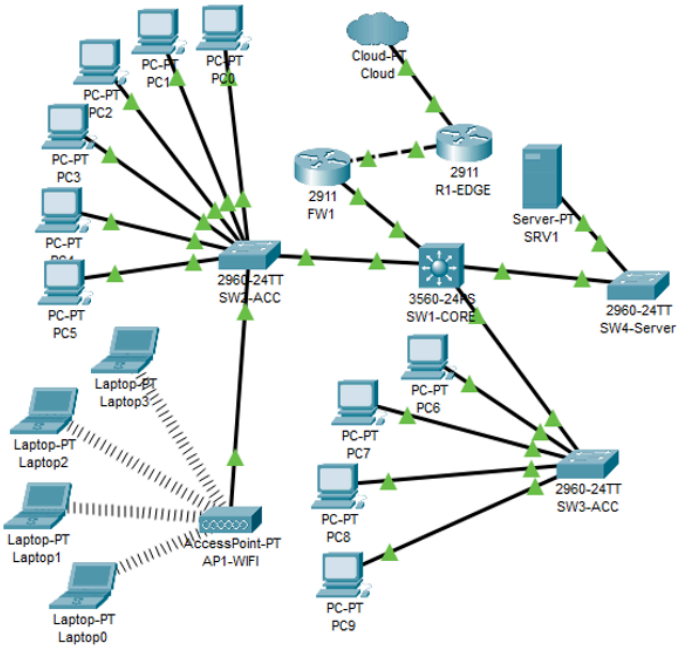


Рис. 1 Загальна топологія мережі з Packet Tracer

Захист на канальному рівні (Layer 2). На рівні доступу (комутатори SW2-ACC, SW3-ACC) впроваджено технологію Port Security. Це дозволяє обмежити кількість MAC-адрес на кожному порту до однієї та встановити режим захисту shutdown у разі виявлення несанкціонованого пристрою. Такий підхід унеможливлює проведення атак типу MAC-flloding та ARP-spoofing, які є характерними для внутрішніх мереж IT-компаній.

Контроль доступу та безпека периметра. Маршрутизація між сегментами регулюється за допомогою розширених списків контролю доступу (ACL), налаштованих на інтерфейсах ядра. ACL дозволяють реалізувати гранулярну політику: наприклад, гостьова мережа (VLAN 60) має доступ лише до інтернету через R1-EDGE, але повністю ізольована від серверного сегмента (VLAN 50).

На межі мережі встановлено міжмережевий екран Cisco ASA 5506, який розділяє інфраструктуру на зони:

1. Inside — довірена внутрішня мережа.
2. Outside — публічна мережа (Internet).
3. DMZ — демілітаризована зона для публічних сервісів.

Для реалізації концепції нульової довіри всередині мережі основний контроль трафіку покладено на розширені списки доступу (ACL). Вони дозволяють фільтрувати потоки даних між VLAN на основі IP-адрес та портів, що забезпечує ізоляцію сегментів.

На рисунку 2 представлено фрагмент конфігурації розроблених ACL, які регламентують правила взаємодії між підмережами підприємства.

```
Switch>enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#access-list 110 deny ip 192.168.30.0 0.0.0.255 192.168.40.0 0.0.0.255
Switch(config)#access-list 110 permit ip any any
Switch(config)#interface vlan 30
Switch(config-if)#ip access-group 110 in
```

Рис. 2 Конфігурація ACL

Результати апробації. Тестування моделі в середовищі Cisco Packet Tracer підтвердило ефективність обраних рішень. Перевірка за допомогою утиліт ping та tracert продемонструвала, що трафік між критичними вузлами проходить лише за наявності відповідних дозволів у списках доступу. Автоматизація видачі адрес через DHCP та коректна робота DNS забезпечують зручність адміністрування при збереженні високого рівня захисту.

Висновок. Інтеграція протоколів канального рівня з архітектурою Zero Trust дозволяє створити відмовостійку систему, де кожен пристрій проходить перевірку перед отриманням доступу до ресурсів. Це суттєво звужує «поверхню атаки» та мінімізує ризики внутрішніх загроз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lammle, T. CompTIA Network+ Study Guide: Exam N10-008 / T. Lammle. – 5th ed. – Indianapolis: John Wiley & Sons, 2024. – 1008 p.
2. Paquet, C. Implementing Cisco IOS Network Security (IINS): (CCNA Security exam 640-553) / C. Paquet. – Indianapolis: Cisco Press, 2009. – 576 p.
3. Santos, O. The AI Revolution in Networking, Cybersecurity, and Emerging Technologies / O. Santos, S. Salam, H. Dahir. – London: Addison-Wesley, 2024. – 198 p.
4. Stewart, J. M. IP Security (IPSec): The Comprehensive Guide to IPv4 and IPv6 Security / J. M. Stewart. – New York: Pearson Education, 2023.
5. Zawalnyski, A. The Top 8 Unified Threat Management Platforms | Expert Insights [Electronic resource] / A. Zawalnyski. — 2024. — Mode of access: https://expertinsights.com/insights/the-top-unified-threat-management-platforms/ — Date of access: 26.04.2026.

УДК 004.7

ОПТИМІЗАЦІЯ WI-FI МЕРЕЖІ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ

Даниленко Д.В., науковий керівник к.т.н, доцент Волошин С.М

У сучасних навчальних закладах бездротові мережі Wi-Fi є невід'ємною складовою освітнього процесу. Зростання кількості користувачів, активне використання мобільних пристроїв та електронних ресурсів створюють значне навантаження на мережеву інфраструктуру. У зв'язку з цим виникає необхідність оптимізації бездротових мереж з метою забезпечення стабільного покриття та високої швидкості передачі даних.

Метою даної роботи є дослідження існуючої Wi-Fi мережі навчального корпусу та її оптимізація шляхом зміни розташування точок доступу, збільшення їх кількості та вдосконалення системи живлення.

У ході дослідження було встановлено, що початкова конфігурація мережі складалася з 7 точок доступу, які були розміщені у шаховому порядку в аудиторіях. Таке розташування не враховувало геометрію будівлі та особливості розповсюдження радіосигналу. Крім того, точки доступу були встановлені горизонтально, без монтажу на стелі, що не відповідає рекомендаціям виробників мережевого обладнання.

Додатковою проблемою була організація живлення. Точки доступу живилися через PoE інжектори, розташовані безпосередньо в аудиторіях. Це призводило до випадкового відключення обладнання користувачами, що негативно впливало на стабільність роботи мережі та ускладнювало її обслуговування.

Аналіз покриття показав, що у мережі спостерігалася значна нерівномірність сигналу. У деяких аудиторіях рівень сигналу був достатнім, тоді як у коридорах та віддалених приміщеннях виникали зони зі слабким сигналом або його відсутністю. Це призводило до зниження швидкості передачі даних та нестабільного з'єднання.

Для вирішення виявлених проблем було проведено оптимізацію мережі. Кількість точок доступу було збільшено з 7 до 12, що дозволило підвищити щільність покриття. Точки доступу були перенесені з аудиторій у центральний коридор корпусу, що забезпечило більш рівномірне розповсюдження сигналу у приміщення по обидві сторони.

Особлива увага була приділена правильному монтажу обладнання. Точки доступу були встановлені на стелі відповідно до рекомендацій виробника Ubiquiti, що дозволило покращити діаграму на'правленості антен та підвищити ефективність покриття.

Також було реалізовано централізовану систему живлення. PoE інжектори перенесено до серверного приміщення, що дозволило виключити можливість випадкового відключення точок доступу та забезпечити можливість підключення резервного живлення.

Для оцінки ефективності проведених змін було виконано експериментальне дослідження. У рамках експерименту було досліджено вплив способу встановлення точки доступу на рівень сигналу. Вимірювання проводилися на різних відстанях від точки доступу.

Результати показали, що при неправильному встановленні рівень сигналу під точкою становив -50 dBm, на відстані 5 метрів — -70 dBm, а на відстані 10 метрів — -75 dBm. При правильному встановленні ці значення покращилися до -40 dBm, -60 dBm та -70 dBm відповідно. Таким чином, правильне встановлення точки доступу дозволяє підвищити рівень сигналу в середньому на 10 dB.

Додатково було виконано побудову карт покриття (heatmap), які дозволили візуально оцінити якість сигналу в різних частинах корпусу. Аналіз карт показав, що до оптимізації покриття було нерівномірним, з наявністю значної кількості зон зі слабким

сигналом. Після оптимізації спостерігається більш рівномірний розподіл сигналу та значне зменшення проблемних зон.

Отримані результати підтверджують, що правильне розміщення точок доступу, збільшення їх кількості та централізація системи живлення дозволяють суттєво покращити якість бездротової мережі.

Таким чином, проведена оптимізація забезпечує підвищення стабільності роботи Wi-Fi мережі, покращення покриття та створення комфортних умов для користувачів. Запропонований підхід може бути використаний при модернізації бездротових мереж у навчальних закладах та інших об’єктах із подібною структурою

УДК 004.056

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІБЕРЗАГРОЗ НА ОБ'ЄКТИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Хоменко Т.Т., науковий керівник Лахно В.А.

Критична інфраструктура охоплює сукупність життєво важливих систем, зокрема енергетичних, транспортних, інформаційних, фінансових, телекомунікаційних та інших, які забезпечують стабільне функціонування держави та життєдіяльність суспільства. До її складу також належать системи водопостачання, охорони здоров'я, державного управління та інші об'єкти, від безперервної роботи яких залежать національна безпека та економічна стійкість країни.

В умовах воєнних дій критична інфраструктура стає вразливою ціллю, оскільки її дестабілізація здатна спричинити суттєві порушення економічної та соціальної стабільності. Порушення функціонування окремих її елементів може мати каскадний характер, впливаючи на інші сектори та спричиняючи масштабні збої в роботі державних систем. З огляду на зростаючу залежність цих об'єктів від інформаційно-комунікаційних технологій підвищується їхня вразливість до кіберзагроз, що робить питання забезпечення кібербезпеки критичної інфраструктури особливо актуальним у сучасних умовах.

До основних кіберзагроз, що становлять небезпеку для об'єктів критичної інфраструктури, належать атаки типу відмови в обслуговуванні (DDoS), шкідливе програмне забезпечення (віруси, трояни, ransomware), фішинг та методи соціальної інженерії. DDoS-атаки спрямовані на порушення доступності інформаційних ресурсів шляхом перевантаження серверів. Шкідливе програмне забезпечення використовується для отримання несанкціонованого доступу до систем, модифікації або знищення даних, а також блокування їх роботи. Фішинг та соціальна інженерія дозволяють зловмисникам отримувати облікові дані користувачів шляхом маніпуляцій і обману.

Вагомий вплив на рівень кіберзахищеності об'єктів критичної інфраструктури має людський фактор. Частина кіберінцидентів пов'язана не лише з технічними вразливостями, а й з помилками персоналу, недотримання базових правил інформаційної безпеки та низьким рівнем кіберобізнаності. Одним із найбільш поширених способів отримання несанкціонованого доступу залишається використання методів соціальної інженерії, спрямованих на компрометацію облікових даних користувачів. Мінімізація ризиків, пов'язаних із людським фактором, досягається через регулярне навчання персоналу. Формування високого рівня обізнаності працівників є важливим фактором для вчасного виявлення та нейтралізації соціальних маніпуляцій.

Особливу небезпеку становлять атаки на промислові системи управління (SCADA/ICS), які відповідають за керування технологічними процесами в енергетиці, транспорті та промисловості. У разі їх компрометації зловмисники можуть втручатися у роботу обладнання, що здатне призвести не лише до інформаційних, а й до фізичних наслідків, зокрема збоїв у функціонуванні критично важливих об'єктів.

Додатковим фактором ризику є використання застарілих програмно-апаратних рішень, які експлуатуються на багатьох об'єктах критичної інфраструктури. Значна частина таких систем була розроблена без урахування сучасних вимог кібербезпеки, що ускладнює їх захист і підвищує рівень вразливості. Неможливість адаптації застарілих рішень до актуальних вимог безпеки, зокрема через відсутність механізмів оновлення та недостатній рівень автентифікації, створює передумови для успішної реалізації кібератак.

Вплив кіберзагроз на критичну інфраструктуру має комплексний характер. На технічному рівні він проявляється у порушенні базових властивостей інформаційної

безпеки – конфіденційності, цілісності та доступності даних. На функціональному рівні це призводить до збоїв у роботі енергетичних, транспортних та інформаційних систем. На економічному рівні наслідками є значні фінансові втрати, а на державному – зниження рівня національної безпеки.

Особливо небезпечними є каскадні ефекти, коли порушення роботи одного елемента інфраструктури спричиняє збої в інших взаємопов'язаних системах. Наприклад, порушення роботи енергетичних систем може призвести до збоїв у транспорті, зв'язку та фінансових сервісах. Це посилює загальний негативний вплив кіберзагроз та ускладнює їх локалізацію.

Аналітичні дані підтверджують зростання інтенсивності кібератак. Зокрема, за даними CERT-UA, у 2025 році було опрацьовано 5927 кіберінцидентів, що на 37,4% більше порівняно з 2024 роком (4315 інцидентів). Найбільш ураженими залишаються органи державної влади, сектор безпеки та оборони, енергетика та телекомунікації, що свідчить про спрямованість атак на критично важливі об'єкти.

Аналіз кібератак показує, що найчастіше використовуються шкідливе програмне забезпечення, фішинг та компрометація облікових записів. Це свідчить про те, що зловмисники застосовують як масові автоматизовані атаки, так і цілеспрямовані дії. Крім того, дедалі частіше використовуються комбіновані методи, що дозволяють отримувати доступ до важливої інформації та критичних систем.

Важливим напрямом підвищення рівня захисту критичної інфраструктури є співпраця між державними установами, приватним сектором та міжнародними партнерами у сфері кібербезпеки. Ефективний обмін інформацією про актуальні кіберзагрози, виявлені вразливості та нові тактики зловмисників дозволяє своєчасно виявляти потенційні ризики та оперативно реагувати на інциденти. Координація дій між суб'єктами кіберзахисту сприяє швидшій локалізації наслідків атак і зменшенню їх впливу на функціонування критично важливих систем. Особливого значення така взаємодія набуває в умовах зростання кількості складних та багатоетапних кібератак, що часто мають транскордонний характер. У таких умовах обмін аналітичними даними, спільне реагування на інциденти та впровадження узгоджених підходів до кіберзахисту підвищують загальний рівень стійкості критичної інфраструктури та дозволяють ефективніше протидіяти кіберзагрозам.

Зниження впливу кіберзагроз потребує застосування комплексного підходу до забезпечення кібербезпеки, який включає впровадження систем виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS), використання криптографічних методів захисту інформації, сегментацію мереж, управління вразливостями та безперервний моніторинг подій безпеки. Особлива увага має приділятися захисту промислових систем управління шляхом ізоляції критичних сегментів мережі та впровадження спеціалізованих засобів безпеки для операційних технологій.

Таким чином, кіберзагрози здійснюють суттєвий вплив на функціонування об'єктів критичної інфраструктури, порушуючи як інформаційні процеси, так і фізичну роботу систем. Зростання кількості та складності атак зумовлює необхідність переходу до комплексного підходу до кіберзахисту, що передбачає поєднання технічних, організаційних і нормативних заходів. Такий підхід спрямований на забезпечення стійкості, безперервності функціонування та мінімізацію наслідків кіберінцидентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Держспецзв'язку України. CERT-UA у 2025 році опрацювала майже 6000 кіберінцидентів: кількість ворожих атак зросла на 37% [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cip.gov.ua/ua/news/cert-ua-u-2025-roci-opracyuvala-maizhe-6000-kiberincidentiv-kilkist-vorozhikh-atak-zrosla-na-37

УДК 004.77

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ АВТОНОМНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Мельников Д. О., науковий керівник Назаренко В. А.

У зв'язку з активним розвитком автономної робототехніки та її інтеграцією в промисловість, транспорт, сільське господарство й оборонну сферу, питання енергоефективності стає одним із ключових напрямів підвищення продуктивності та надійності таких систем. Автономні робототехнічні системи (АРС) часто працюють у середовищах, де відсутній постійний доступ до джерел живлення, тому раціональне використання енергоресурсів безпосередньо визначає тривалість їх автономної роботи, стабільність виконання завдань і загальну ефективність експлуатації.

Використання традиційних підходів до управління енергоспоживанням у більшості випадків не враховує динамічних змін умов роботи та складної взаємодії між підсистемами роботи. Це призводить до надлишкових енергетичних витрат і зменшення часу роботи автономних пристроїв. У цьому контексті актуальним є застосування інтелектуальних методів оптимізації, що базуються на технологіях штучного інтелекту, машинного навчання та адаптивного управління.

Огляд наукових джерел підтверджує актуальність проблеми оптимізації енергоспоживання робототехнічних систем. У роботі Mohamed H. et al. розглянуто методи адаптивного керування рухом мобільних роботів із мінімізацією енерговитрат, однак не враховано факторів навігаційної невизначеності [1]. Дослідження Ramasamy S. та ін. спрямоване на оптимізацію споживання енергії в багатороботних системах, але не охоплює моделі прогнозування навантаження [2] . У праці Wang Y. та колег проаналізовано методи глибокого навчання для прогнозування енергоспоживання роботів, проте відсутній аналіз алгоритмів розподілу енергоресурсів [3]. Автори Khalid M. і Boussaïd F. досліджують застосування еволюційних алгоритмів для оптимізації траєкторій з урахуванням енергоефективності, однак без інтеграції з адаптивними системами управління [4] . Отже, існує потреба у створенні комплексного підходу, який поєднує машинне навчання, інтелектуальне керування та моделювання енергоспоживання в єдиній системі.

Метою дослідження є розроблення та експериментальне дослідження інтелектуальних методів оптимізації енергоспоживання автономних робототехнічних систем, що забезпечують підвищення ефективності використання енергоресурсів, стабільність роботи та збільшення тривалості автономного функціонування роботів.

Розроблена модель базується на використанні алгоритмів машинного навчання (наприклад, нейронних мереж та методів підкріпленого навчання), які аналізують показники роботи системи в реальному часі та коригують параметри руху, навантаження й активність окремих підсистем. Система оптимізації включає модуль збору даних, аналітичний блок прогнозування споживання енергії та модуль прийняття рішень для керування енергорежимами.

Під час дослідження було розроблено симуляційну модель автономної робототехнічної системи з урахуванням факторів навантаження, типу виконуваних завдань і середовища роботи. Проведено серію експериментів, у результаті яких доведено зменшення енергоспоживання на 15–25 % порівняно з традиційними алгоритмами керування. Об'єктом дослідження є процес енергоспоживання автономної робототехнічної системи, а предметом є інтелектуальні методи оптимізації цього процесу.

Методика дослідження включала аналіз архітектури робототехнічних систем, побудову математичної моделі енергоспоживання, розробку алгоритму машинного

навчання для оптимізації параметрів керування та тестування моделі в симуляційному середовищі (наприклад, ROS або MATLAB Simulink). Для візуалізації процесів використано структурну діаграму системи (рис. 1), що відображає взаємодію основних модулів, а саме сенсорного, аналітичного та керуючого.

Розроблене рішення є перспективною основою для подальших досліджень у сфері створення автономних робототехнічних систем нового покоління з підвищеним рівнем енергоефективності, адаптивності та інтелектуального управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mohamed H., Shamseldin M., & Elsayed A. Energy-efficient adaptive control for mobile robots using fuzzy logic and neural networks // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2023. – Vol. 168. – P. 104–120. – DOI: 10.1016/j.robot.2023.104120
2. Ramasamy S., Gupta R., & Patel D. Multi-robot coordination for energy optimization in distributed systems // *IEEE Access*. – 2022. – Vol. 10. – P. 68234–68249. – DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3187321
3. Wang Y., Chen L., & Zhao X. Deep learning-based energy prediction and optimization for robotic systems // *Applied Energy*. – 2024. – Vol. 352. – P. 121–138. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.121345
4. Khalid M., Boussaïd F., & Memon R. Evolutionary algorithms for energy-efficient path planning in autonomous robots // *Expert Systems with Applications*. – 2023. – Vol. 227. – P. 119–137. – DOI: 10.1016/j.eswa.2023.119137

УДК 004.77

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОБОТОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Міцай Р.О., науковий керівник Волошин С.М.

У сучасних умовах розвитку промисловості та концепції Industry 4.0 особливого значення набуває автоматизація процесів контролю та обслуговування робототехнічних систем. Зростання складності роботизованих комплексів, їх інтеграція у виробничі лінії та критичність безперебійної роботи зумовлюють необхідність впровадження інтелектуальних систем моніторингу, здатних у реальному часі аналізувати стан обладнання, виявляти відхилення та прогнозувати можливі відмови.

Сучасні наукові дослідження спрямовані на застосування методів машинного навчання, Інтернету речей (IoT) та аналізу великих даних для підвищення надійності робототехнічних систем. Зокрема, у роботі Lee et al. [1] розглядається концепція прогнозного обслуговування на основі кіберфізичних систем, що дозволяє зменшити час простою обладнання. У дослідженні Zhao et al. [2] представлено підхід до моніторингу промислових роботів із використанням глибинного навчання для виявлення аномалій у роботі механізмів.

Разом з тим недостатньо дослідженими залишаються питання інтеграції різнорідних сенсорних даних, побудови універсальних моделей оцінки стан обладнання та адаптації систем моніторингу до змінних умов експлуатації. Це обумовлює актуальність створення інтелектуальної системи моніторингу робототехнічного обладнання.

Метою дослідження є розробка інтелектуальної системи моніторингу робототехнічного обладнання, що забезпечує збір, обробку та аналіз даних у реальному часі з можливістю прогнозування технічного стану. Запропонована система передбачає використання сенсорів для збору параметрів (вібрації, температури, струму), передачу даних через мережеві протоколи та їх обробку за допомогою алгоритмів машинного навчання. Архітектура системи включає модулі збору даних, аналітики, візуалізації та сповіщення користувача.

У межах дослідження розроблено структуру бази даних для зберігання телеметричних даних, реалізовано алгоритми виявлення аномалій та створено інтерфейс користувача для відображення стану обладнання. Програмну реалізацію виконано з використанням мов програмування Python та C#, а також із застосуванням технологій IoT.

Об’єктом дослідження є процес моніторингу робототехнічного обладнання.

Предметом дослідження є методи та засоби інтелектуального аналізу даних для оцінки технічного стану роботів.

Функціональні можливості системи включають:

- збір даних у реальному часі;
- аналіз та виявлення відхилень;
- прогнозування можливих відмов;
- візуалізацію стану обладнання;
- формування звітів.

Особливу увагу приділено питанням надійності, масштабованості та безпеки передачі даних. Результатом роботи є прототип інтелектуальної системи моніторингу, що дозволяє підвищити ефективність експлуатації робототехнічних комплексів т зменшити ризики аварійних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lee, J., Bagheri, B., Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001
2. Zhao, R., Yan, R., Chen, Z., Mao, K., Wang, P., Gao, R. X. (2019). Deep learning and its applications to machine health monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 115, 213–237.
3. Wang, K., Wang, Y., Sun, Y., Guo, S., Wu, J. (2016). Green industrial internet of things architecture: An energy-efficient perspective. IEEE Communications Magazine, 54(12), 48–54.
4. Jardine, A. K. S., Lin, D., Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. Mechanical Systems and Signal Processing, 20(7), 1483–1510.
5. Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance. Elsevier Science.

УДК 004.77

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ З МОБІЛЬНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ

Шадура А.І., науковий керівник Волошин С.М.

У сучасному цифровому середовищі концепція розумного будинку стає одним із ключових напрямів розвитку автоматизації та інтегрованих технологій. Smart home-системи забезпечують підвищення комфорту, енергоефективності та безпеки житлових приміщень завдяки використанню датчиків, контролерів та інтелектуальних алгоритмів. Водночас зростає потреба у програмному забезпеченні, здатному забезпечити зручну, інтуїтивну та масштабовану взаємодію користувача з системою. Це визначає актуальність розробки інноваційних рішень, які поєднують мобільні технології, хмарні сервіси та інтелектуальні методи обробки даних.

Наукові дослідження підтверджують зростаючий інтерес до створення систем автоматизації житлових приміщень із фокусом на мобільні інтерфейси, IoT-протоколи та інтеграцію з хмарними платформами. Зокрема, у працях A. Al-Fuqaha та співавт. [1] розглядаються архітектурні підходи до побудови IoT-систем, тоді як J. Gubbi [2] акцентує увагу на хмарних технологіях для масштабованості та зберігання даних. Дослідження R. Want [3] демонструють перспективність використання мобільних застосунків як основного інтерфейсу взаємодії користувача з інтелектуальними пристроями. Водночас малодослідженими залишаються аспекти захисту даних, персоналізації сценаріїв автоматизації та інтеграції різнорідних пристроїв у єдину екосистему.

Мета дослідження полягає у розробці інтелектуальної системи автоматизації розумного будинку з мобільним інтерфейсом, яка забезпечує моніторинг стану середовища, керування IoT-пристроями та реалізацію сценаріїв автоматизації з урахуванням потреб користувача.

У межах дослідження визначено низку ключових завдань:

- здійснити аналіз існуючих smart home-рішень (Google Home, Home Assistant, Tuya) з метою виявлення найкращих практик;
- сформувати вимоги до функціональних можливостей системи, включаючи керування освітленням, кліматом, безпекою та енергоспоживанням;
- розробити архітектуру системи, що включає датчики, контролери, серверну частину та мобільний застосунок;
- реалізувати мобільний інтерфейс для моніторингу та керування пристроями у реальному часі;
- провести тестування продуктивності, зручності використання та надійності системи.

Об’єктом дослідження виступає процес створення інтелектуальної системи автоматизації житлових приміщень,
а предметом – архітектура, функціональний склад і технологічні особливості реалізації мобільного інтерфейсу для smart home.

У результаті проведеного дослідження було реалізовано прототип інтелектуальної системи розумного будинку з мобільним інтерфейсом, який відзначається гнучкістю, можливістю масштабування та інтеграції з іншими цифровими сервісами. Розроблене рішення може слугувати практичною основою для подальших наукових і прикладних розробок у галузі автоматизації, IoT та мобільних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). **Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications**. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), 2347–2376.

2. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). **Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions**. Future Generation Computer Systems, 29(7), 1645–1660.
3. Want, R., Schilit, B. N., & Jenson, S. (2015). **Enabling the Internet of Things**. Computer, 48(1), 28–35.

УДК 004.42

ФАЄРВОЛИ, VPN ТА ШИФРУВАННЯ ЯК ОСНОВА КІБЕРБЕЗПЕКИ

Кодинець Б.В., науковий керівник Семенюта І.Л.

Ніхто не зможе посперечатися з тим фактом, що наше сьогодення неможливо уявити без доступу до всесвітньої інформації та постійного підключення до мережі Інтернет. Будь-що, до чого торкалася людська рука, скоріше за все було неодноразово задокументовано, опубліковано чи збережено в цифровому вигляді на різноманітних серверах. З породженням величезної купи інформації та повною міграцією бізнес-процесів, освіти й державних послуг у цифровий простір, виникла критична потреба у надійному захисті цих даних. Сьогодні будь-який пристрій, від домашнього ноутбука до промислового сервера, є потенційною мішенню для зловмисників. Злам корпоративних мереж, викрадення конфіденційних персональних даних чи приховане перехоплення робочого трафіку стали буденністю, що вимагає впровадження комплексних систем захисту. У цій доповіді буде складено загальне враження про те, що являють собою базові механізми захисту інформації, а саме: міжмережеві екрани (фаєрволи), віртуальні приватні мережі (VPN) та криптографічне шифрування.

Організація безпеки будь-якої комп'ютерної мережі традиційно починається з побудови надійного та контрольованого периметра, і саме цю критичну функцію у сучасній інфраструктурі виконують міжмережеві екрани, також відомі як фаєрволи [1]. Міжмережевий екран безперервно аналізує, виявляє та автоматично блокує або дозволяє мережевий трафік на основі чітко визначених адміністратором або динамічних правил безпеки [2]. По суті, він служить своєрідним контрольно-пропускним пунктом і захисною стіною між довіреною локальною мережею та зовнішнім неконтрольованим середовищем, таким як глобальна мережа Інтернет [1]. Головне завдання фаєрвола полягає в детальному та багаторівневому контролі вхідного і вихідного потоку даних на кінцевому вузлі або в межах усієї корпоративної мережі [2]. Це дає змогу ефективно припиняти на ранніх етапах практично всі базові види мережевих атак, включаючи спроби несанкціонованого сканування відкритих портів або об'ємні DDoS-атаки [1]. Сучасні міжмережеві екрани пройшли довгий шлях еволюції та суттєво відрізняються від своїх ранніх і примітивних версій [1]. Якщо раніше класичні апаратні рішення фільтрували пакети виключно за IP-адресами джерела та призначення чи номерами мережевих портів, то сьогодні стандартом стали фаєрволи нового покоління (NGFW) [2]. Такі просунуті технології глибокої інспекції пакетів здатні аналізувати загальний стан з'єднання, перевіряти контекст сесії та досліджувати самі корисні дані безпосередньо на сьомому рівні моделі OSI, тобто на рівні додатків [2].

Проте, навіть ідеально спроєктований та бездоганно налаштований фаєрвол не здатний вирішити фундаментальну проблему безпечної передачі даних поза межами свого захищеного локального периметра [1]. Ця проблема набула особливої гостроти в сучасних реаліях, коли бізнес-процеси децентралізовані, а системні адміністратори, розробники та звичайні співробітники постійно змушені підключатися до внутрішніх ресурсів підприємства віддалено [2]. Для вирішення цього критичного завдання та забезпечення надійного віддаленого доступу активно використовуються технології віртуальних приватних мереж, скорочено VPN [1]. Віртуальні приватні мережі використовують складні математичні протоколи тунелювання та багаторівневого криптографічного захисту для забезпечення максимальної приватності, цілісності та конфіденційності під час обміну даними між територіально віддаленими вузлами [2]. Фактично, вони створюють захищений віртуальний тунель прямо поверх існуючої небезпечної публічної інфраструктури відкритого Інтернету [1]. Коли чутлива корпоративна чи особиста інформація проходить через такий зашифрований тунель, вона стає абсолютно невидимою та перетворюється на нечитабельний набір випадкових символів для будь-яких сторонніх осіб [2]. Це фізично унеможливлює перехоплення даних транзитними інтернет-провайдерами або ж потенційними кіберзлочинцями, які можуть прослуховувати трафік у публічних бездротових Wi-Fi мережах кав'ярень чи

аеропортів [1]. Залежно від обраної мережевої архітектури, протоколу та конкретних потреб компанії, VPN-з'єднання може гнучко налаштовуватися на різних рівнях, суворо гарантуючи автентифікацію кожного учасника обміну [2].

Безумовно, абсолютною основою для успішного функціонування віртуальних приватних мереж та захисту цифрових даних на фундаментальному рівні є прикладна наука криптографія [3]. Без застосування надійних та перевірених часом алгоритмів шифрування будь-яка інформація, що передається відкритими каналами зв'язку, могла б бути з легкістю перехоплена, прочитана або навіть непомітно модифікована третіми особами зловмисними програмами [2]. Сучасні апаратно-програмні системи криптографічного захисту інформації виконують складне перетворення відкритих, зрозумілих людині чи комп'ютеру даних у зашифрований текст за допомогою потужних криптографічних алгоритмів та унікальних секретних ключів [3]. При проєктуванні та практичній побудові таких криптосистем надзвичайно важливу, ключову роль відіграють математичні методи генерації та суворого оцінювання якості псевдовипадкових послідовностей [3]. Саме непередбачуваність цих згенерованих послідовностей та достатня довжина самого ключа роблять процес сучасного шифрування стійким до зламу навіть за умови використання надпотужних обчислювальних кластерів методом повного перебору [3]. Сьогодні в індустрії інформаційної безпеки на практиці широко комбінують два основні концептуальні підходи до шифрування даних [3]. Перший базовий підхід — це симетричне шифрування, де для швидкого зашифровування та наступного розшифровування масиву даних застосовується один і той самий суворо таємний ключ [3]. Цей метод забезпечує надзвичайно високу швидкість обробки гігабайтів інформації та створює мінімальне навантаження на центральний процесор пристрою [3]. Другий підхід — це асиметричне шифрування, яке використовує логічну пару математично міцно пов'язаних між собою ключів [3]. У цьому підході публічний ключ вільно розповсюджується мережею і використовується виключно для безпечного зашифровування інформації, тоді як приватний ключ ретельно зберігається в таємниці на пристрої власника і потрібен виключно для розшифровування [3]. Оскільки асиметричні алгоритми вимагають значно більше математичних обчислювальних ресурсів комп'ютера, сучасні протоколи безпеки майже завжди застосовують комбіновану гібридну схему [2].

Отже, підсумовуючи усе вищезазначене, не можна переоцінити значущість комплексного підходу до кібербезпеки у нашому сучасному цифровому світі. Фаєрволи, VPN та криптографічне шифрування ніколи не існують як поодинокі чи ізольовані інструменти захисту, вони завжди працюють у тісній взаємодії та синергії. Майбутній спеціаліст у сфері ІТ завжди має пам’ятати про те, що якщо він планує розвиватися та працювати у цій галузі, він завжди матиме робити дві речі: він завжди буде безперервно вчитися, і він завжди буде пильно слідкувати за технологічними оновленнями. Постійно з’являються нові загрози, архітектурні вразливості та вектори атак, за якими потрібно стежити, адже інформаційна безпека — це ніколи не фінальний стан системи, а постійний динамічний процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гулак К. В. Основи криптографічного захисту інформації. Вінниця: ВНТУ, 2011.
2. Даник Ю. Г., Воробієнко П. П., Чернега В. М. Основи кібербезпеки та кібероборони. Одеса : ОНАЗ ім. О.С. Поп., 2019. 320 с.
3. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект / В. Л. Бурячок та ін. Київ : МОН України, 2015. 288 с.

УДК 004.42

АРХІТЕКТУРНІ МОДЕЛІ ТА КОНТИНУУМ IOT-EDGE-CLOUD ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Лагунов Д. С., науковий керівник Коваленко О. Є.

Анотація. Робота присвячена дослідженню архітектурних моделей побудови інтелектуальних систем Інтернету речей з урахуванням континууму IoT-Edge-Cloud. Актуальність теми зумовлена тим, що сучасні IoT-системи функціонують у складному розподіленому середовищі, де обробка даних, керування, аналітика та прийняття рішень можуть виконуватися на різних рівнях: на пристроях Інтернету речей, у граничній області або в хмарі. Такий підхід відкриває можливості для підвищення швидкодії, надійності, масштабованості та адаптивності програмних компонентів, але водночас створює нові вимоги до їх проектування, тестування, розгортання та супроводу.

У роботі розглянуто принципи розміщення компонентів у континуумі IoT-Edge-Cloud, використання мікросервісної та serverless-архітектур, питання керування даними в розподіленому середовищі, а також конвергенцію Інтернету речей із системами ситуаційного управління. Основна увага приділяється тому, як архітектурні рішення впливають на ефективність розробки програмних компонентів інтелектуальних IoT-систем.

Вступ. Розвиток Інтернету речей призвів до формування складних кіберфізичних середовищ, у яких велика кількість пристроїв постійно генерує, передає та обробляє дані. Якщо раніше IoT-системи здебільшого розглядалися як засоби збору даних і передавання їх до хмари, то сучасні рішення потребують гнучкого розподілу функцій між сенсорними пристроями, граничними вузлами та хмарною інфраструктурою. Це пов’язано з необхідністю швидкої реакції на події, зменшення затримок, економії мережевих ресурсів, підвищення безпеки та забезпечення автономної роботи окремих компонентів.

Континуум IoT-Edge-Cloud є важливою архітектурною основою для проектування таких систем. Він дозволяє розглядати IoT, edge та cloud не як ізольовані рівні, а як єдине середовище, у якому програмні компоненти можуть розміщуватися, мігрувати та взаємодіяти відповідно до поточних умов.

Мета публікації. Основною метою цієї публікації є аналіз архітектурних моделей і підходів до побудови програмних компонентів інтелектуальних систем Інтернету речей у контексті IoT-Edge-Cloud континууму. Дослідження спрямоване на визначення того, як принципи розміщення компонентів, мікросервісна декомпозиція, serverless-підхід, керування даними та ситуаційне управління можуть впливати на ефективність розробки, розгортання та супроводу IoT-систем..

Одним із важливих напрямів підвищення ефективності розробки є використання мікросервісної архітектури та її поєднання із serverless-підходом. Мікросервісна архітектура дозволяє розділити складну IoT-систему на набір окремих сервісів, наприклад сервіс збору телеметрії, обробки подій, автентифікації, керування пристроями, аналітики та формування керуючих команд. Завдяки цьому окремі компоненти можуть розроблятися, тестуватися, масштабуватися й оновлюватися незалежно один від одного. Serverless-архітектура доповнює цей підхід, оскільки дозволяє запускати окремі функції без постійного керування серверною інфраструктурою. Це корисно для обробки подій, реагування на аномалії, перевірки доступу або виконання короткотривалих обчислювальних задач. Поєднання цих підходів зменшує операційне навантаження, прискорює доставку нових функцій і

підвищує адаптивність системи, але потребує чітких контрактів взаємодії, контролю версій API, політик безпеки та механізмів моніторингу [2, 5].

Окреме значення для IoT-Edge-Cloud континууму має питання керування даними. У таких системах дані можуть створюватися на сенсорних пристроях, попередньо оброблятися на edge-вузлах і зберігатися або аналізуватися у хмарному середовищі. Через це виникає потреба в узгоджених протоколах передавання, правилах зберігання, механізмах синхронізації та контролю якості даних. Частина даних може оброблятися безпосередньо біля джерела їх виникнення, що дозволяє швидше реагувати на події. Інша частина може передаватися до хмари для довготривалого зберігання, складної аналітики або навчання моделей. Такий підхід підвищує надійність системи та ефективність життєвого циклу програмних компонентів [3, 4].

Одним із напрямків розвитку інтелектуальних IoT-систем є їх конвергенція із системами ситуаційного управління. У такому випадку Інтернет речей використовується не лише для збору даних, а й для аналізу поточної ситуації, визначення контексту та формування управлінських впливів. Це означає, що система повинна не просто отримувати телеметрію від пристроїв, а вміти інтерпретувати її відповідно до правил, сценаріїв і вимог предметної області. Описані вище підходи можуть бути корисними для проектування таких систем: континуум IoT-Edge-Cloud забезпечує гнучке розміщення обробки даних, мікросервіси дозволяють розділити систему на функціональні компоненти, serverless-підхід забезпечує швидке реагування на події, а ефективне керування даними формує основу для ситуаційної обізнаності. Це є особливо важливим для промислових, енергетичних, транспортних і безпекових систем, де необхідна швидка та надійна реакція на зміну стану середовища [1].

Висновки. Робота спрямована на дослідження архітектурних моделей та принципів побудови програмних компонентів інтелектуальних систем Інтернету речей у межах IoT-Edge-Cloud континууму. Визначено, що ефективність таких систем залежить від правильного розміщення компонентів, організації взаємодії між ними, підтримки спостережуваності, керування даними та здатності системи працювати в умовах нестабільного середовища. Мікросервісна архітектура, serverless-підхід і засоби керування даними можуть підвищити гнучкість розробки, спростити масштабування та прискорити впровадження нових функцій.

Подальші дослідження можуть бути пов’язані з формалізацією критеріїв розміщення компонентів, удосконаленням методів тестування розподілених IoT-систем і розробкою практичних рекомендацій для побудови ефективних інтелектуальних компонентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко О. Є. Конвергенція інтернету речей та систем ситуаційного управління // Математичні машини і системи. 2023. № 3. С. 89–103. URL: https://doi.org/10.34121/1028-9763-2023-3-89-103.
2. Siddiqui H. et al. Microservices based architectures for IoT systems - State-of-the-art review // Internet of Things. 2023. Art. 100854. URL: https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100854.
3. Gkonis P. et al. A Survey on IoT-Edge-Cloud Continuum Systems: Status, Challenges, Use Cases, and Open Issues // Future Internet. 2023. Vol. 15, No. 12. Art. 383. URL: https://doi.org/10.3390/fi15120383.
4. Judvaitis J. et al. A Set of Tools and Data Management Framework for the IoT-Edge-Cloud Continuum // Applied System Innovation. 2024. Vol. 7. Art. 130. URL: https://doi.org/10.3390/asi7060130.
5. Ouyang R. et al. A Microservice and Serverless Architecture for Secure IoT System // Sensors. 2023. Vol. 23, No. 10. Art. 4868. URL: https://doi.org/10.3390/s23104868.

УДК 004.896:681.5

РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА LiDAR-КАРТОГРАФУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ WAVE ROVER

Остроушко Б.П., науковий керівник Волошин С.М.

Сучасний розвиток мобільної робототехніки зумовлює потребу у створенні доступних програмно-апаратних рішень для дистанційного керування роботизованими платформами, отримання даних із сенсорів та побудови карти навколишнього середовища. Одним із практичних напрямів є інтеграція веб-інтерфейсу керування з LiDAR-сканером, що дає змогу одночасно забезпечити зручну взаємодію з користувачем, візуалізацію простору та збір даних у реальному часі.

Метою роботи є розроблення веб-орієнтованої системи керування мобільною платформою Wave Rover з підтримкою LiDAR-сканування та картографування під час руху і стояння. Додатковими завданнями стали спрощення запуску системи, автоматичне визначення апаратних портів, стабільна робота з контролером руху та адаптація алгоритму побудови карти до реальних умов пересування платформи.

У межах роботи створено програмний комплекс мовою Python із використанням фреймворку Flask. Система запускає локальний веб-сервер і надає інтерфейс для керування платформою через браузер. Реалізовано передавання команд руху на контролер, отримання телеметрії, підключення LiDAR-сканера RPLIDAR C1, візуалізацію сканів, накопичення карти простору та зміну параметрів картографування безпосередньо у веб-інтерфейсі.

На початковому етапі експлуатації було виявлено складність узгодженої роботи апаратних модулів, оскільки після перепідключення пристроїв могли змінюватися порти контролера руху та LiDAR-сканера. Для вирішення цієї проблеми реалізовано механізм автоматичного визначення доступних послідовних портів із подальшим збереженням робочих параметрів у конфігураційному файлі. Окремо було передбачено розділення портів керування платформою та LiDAR-модуля, що дозволило уникнути конфліктів між пристроями. Також у систему додано діагностичні повідомлення, які відображають стан підключення контролера, LiDAR та інших модулів, що спрощує налаштування, тестування і подальшу експлуатацію розробленої системи.

Основною функціональною складовою розробки є LiDAR-картографування. Просте нанесення точок сканування на площину не забезпечувало коректного результату, оскільки не враховувало фактичне переміщення платформи, відхилення від прямолінійної траєкторії та похибки під час поворотів. Унаслідок цього точки могли накладатися неправильно, а карта спотворювалася.

Для підвищення якості побудови карти реалізовано алгоритм зіставлення сканів. Новий LiDAR-скан порівнюється з попереднім сканом і частково з уже накопиченою картою. На основі цього оцінюються можливий зсув і поворот платформи. Команди моторів використовуються не як єдине джерело інформації про рух, а як початковий прогноз, який уточнюється за даними LiDAR. Це дозволяє частково враховувати ситуації, коли машинка рухається не ідеально прямо або її зміщує вбік.

Під час тестування особливу увагу приділено роботі алгоритму на поворотах і під час стояння. Для зменшення помилок було додано порівняння «скан-до-скану», обмеження різких стрибків положення та механізм фіксації позиції у нерухомому стані. Якщо система не отримує команд руху, координати робота блокуються, а scan matching не має права штучно зміщувати траєкторію. Це запобігає ситуації, коли робот стоїть на місці, але на карті помилково відображається рух.

Окремо враховано вплив динамічних об’єктів. Під час картографування в зону сканування можуть потрапляти люди або тимчасові перешкоди, які не повинні ставати частиною сталої карти. Для цього реалізовано фільтрацію: точка додається до

стабільної карти лише після підтвердження в кількох послідовних сканах (рис.1). Такий підхід зменшує кількість випадкових артефактів і підвищує якість візуалізації.

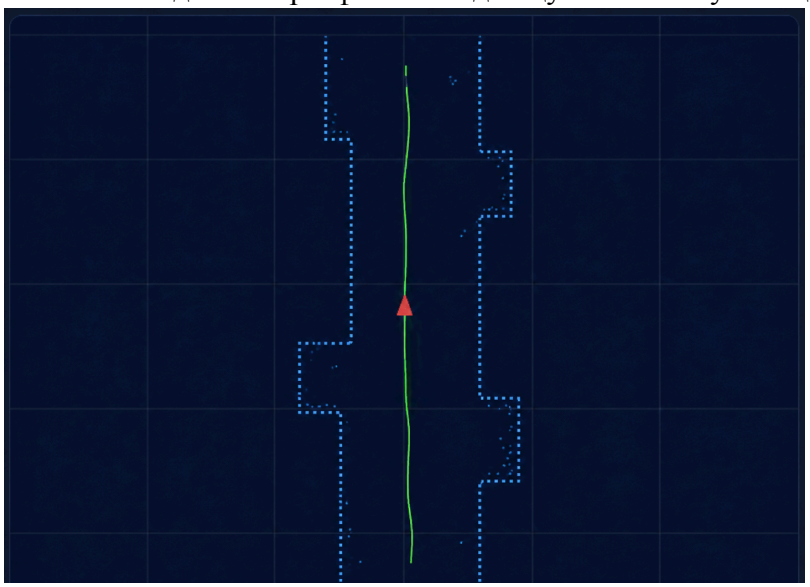


Рис. 1 Скріншот побудованої мапи розробленої системи

Розроблений веб-інтерфейс містить елементи керування рухом, блок телеметрії, область LiDAR-карти та параметри картографування. Користувач може очищувати карту, зберігати її як зображення, вмикати або вимикати scan matching, фільтрацію динамічних об’єктів, motion guard і stationary lock. Також усунуто проблему автоматичного скидання введених обмежень у веб-інтерфейсі, що підвищило зручність налаштування системи під час експериментів.

У результаті створено прототип системи, що поєднує дистанційне керування мобільною платформою, автоматизований запуск, роботу з LiDAR-сенсором і побудову карти навколишнього середовища в реальному часі. Практичне значення розробки полягає у можливості використання її як навчальної та експериментальної платформи для вивчення мобільної робототехніки, сенсорного сприйняття, картографування та базових підходів до автономної навігації.

Отже, у ході роботи реалізовано веб-орієнтовану систему керування Wave Rover з підтримкою LiDAR-картографування. Подальший розвиток може передбачати інтеграцію енкодерів коліс, використання IMU для точнішої оцінки поворотів, реалізацію повноцінного SLAM-алгоритму, збереження карт у спеціалізованих форматах і застосування отриманих даних для автономного руху платформи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Waveshare. WAVE ROVER Wiki [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.waveshare.com/wiki/WAVE_ROVER
2. Slamtec. RPLIDAR Documentation [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.slamtec.com
3. Flask Documentation. Flask Web Development Framework [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://flask.palletsprojects.com
4. Thrun S., Burgard W., Fox D. Probabilistic Robotics. - Cambridge : MIT Press, 2005.
5. Cadena C., Carlone L., Carrillo H. et al. Past, Present, and Future of Simultaneous Localization and Mapping: Toward the Robust-Perception Age // IEEE Transactions on Robotics. - 2016. - Vol. 32, No. 6. - P. 1309-1332.

УДК 004.056.5:004.738.5

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПЕЧНИМ VPN-ДОСТУПОМ ДО КОРПОРАТИВНИХ РЕСУРСІВ

Михайловський А.С., Місюра М.Д.

В епоху, коли майже кожен аспект нашого життя пов’язаний з Інтернетом, захист онлайн-активності став важливішим, ніж будь-коли. Від перегляду веб-сайтів та потокового контенту до обробки конфіденційних фінансових транзакцій, наш цифровий слід робить нас вразливими до сторонніх очей, витоків даних та кіберзагроз. Як для окремих осіб, так і для бізнесу підтримка конфіденційності та безпеки в цьому дедалі більш пов’язаному світі більше не є необов’язковою, а є необхідною. Саме тут на допомогу приходять віртуальні приватні мережі (VPN), що створюють безпечне зашифроване з’єднання між пристроєм користувача та Інтернетом.

Метою даної роботи є розробка автоматизованої системи керування безпечним VPN-доступом, що має забезпечити захист корпоративних даних. Система використовує протокол OpenVPN та open-source проект Authelia для двофакторної авторизації.

Основна архітектура складається з семи взаємопов'язаних мікросервісів: Authelia сервер автентифікації та авторизації з відкритим кодом, що забезпечує двофакторну автентифікацію. Сервер LDAP, що надає централізовані служби каталогів користувачів. OpenVPN реалізує безпечне тунелювання VPN за допомогою PKI. VPN-Admin веб-додаток на основі Python, який автоматизує надання сертифікатів VPN та розповсюдження файлів конфігурації. Nginx функціонує як зворотний проксі-сервер та точка завершення SSL для всієї інфраструктури. PostgreSQL забезпечує постійне сховище реляційної бази даних для системи адміністрування VPN. Redis реалізує високопродуктивне сховище ключ-значення в пам'яті для керування сеансами Authelia.

Docker Compose спрощує керування всім стеком застосунків, полегшуючи керування сервісами, в одному файлі конфігурації YAML. Він гарантує, що контейнери створюються та підключаються у правильному порядку, на основі їхніх залежностей Docker.

Перевагою такої системи є значно вищий рівень безпеки, централізоване керування користувачами та автоматизація процесів. Розгортання та підтримка системи є достатньо простими, а ліцензійні витрати відсутні.

Система пройшла тестування функціоналу сервісу. Було створено нового користувача, який зміг зареєструвати 2MFA вперше, використовуючи для цього Microsoft Authenticator і Windows Hello, підтверджуючи особу через електронну пошту. Він успішно пройшов авторизацію і завантажив конфігураційний файл для підключення до VPN. Також була протестована можливість відновлення пароля для авторизації через електронну пошту.

Подальші дослідження системи передбачають реалізацію повноцінної адмін-панелі для створення, редагування та блокування користувачів, керування групами та правами доступу.

Отже, даний програмний застосунок забезпечує повнофункціональну систему безпечного віддаленого доступу на основі протоколу OpenVPN.

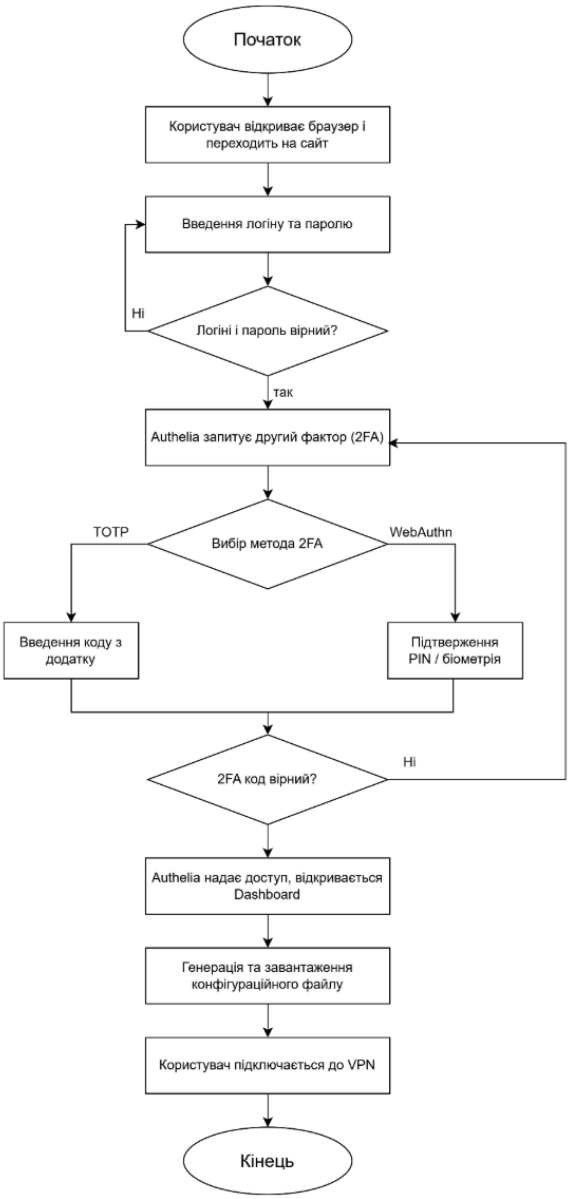


Рис. 1 Блок-схема підключення користувача до VPN

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OpenVPN Community Resources. OpenVPN – Open Source VPN. URL: https://openvpn.net/ (дата звернення: 20.04.2026).
2. Authelia. Authelia – The Single Sign-On Multi-Factor portal for web apps. URL: https://www.authelia.com/ (дата звернення: 20.04.2026).
3. Docker Inc. Docker: Accelerated Container Application Development. URL: https://www.docker.com/ (дата звернення: 20.04.2026).
4. Nginx, Inc. Nginx – HTTP and reverse proxy server. URL: https://nginx.org/ (дата звернення: 20.04.2026).
5. The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/ (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 629.7.05-519:004.896

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ FPV-ДРОНОМ

Ярославцев О.О., Місюра М.Д.

Сучасні бойові дії дедалі більше перетворюються на протистояння технологій. Одне з центральних місць у ньому займають безпілотні системи – інструмент, який за кілька років став ключовим елементом української оборони. Після початку повномасштабного вторгнення в Україну у 2022 році вітчизняні розробники та волонтери активно долучилися до освоєння та вдосконалення технологій FPV-дронів (від англ. First Person View – від першої особи). Завдяки масовому виробництву та постійному вдосконаленню Україна увійшла до числа світових лідерів із розробки та застосування FPV-БПЛА. Такі дрони є відносно дешевими у виробництві, легкими в керуванні та надзвичайно ефективними для виконання різноманітних бойових і розвідувальних завдань. Також вони можуть слугувати основою для багатьох інших пристроїв, таких як ретранслятор або ШІ-камера.

Конструктивно FPV-дрон складається з рами, чотирьох двигунів із пропелерами, польотного стека (контролер польоту + регулятор обертів), відеопередавача, приймача радіокерування та акумулятора. Завдяки мінімалістичній конструкції та доступності компонентів такі апарати можна будувати самостійно, підбираючи характеристики під конкретні потреби – від швидкісних гоночних дронів до важких ударних систем.

Метою даної роботи є дослідження процесів збирання, паяння та налаштування основних компонентів дрона. Дрон повинен бути робочим і здатним літати та передавати відеозображення з камери на відеоприймач. Також передбачалося налаштування управління дроном і перевірка його працездатності, тобто виконання тестового польоту.

Для виконання роботи було обрано семидюймовий дрон, розмір якого дозволяє встановити семидюймові пропелери. На початку необхідно було обрати комплектуючі для FPV-дрона, ґрунтуючись на їх якості, характеристиках і, головне для цієї роботи, ціні. Важливою умовою було також українське виробництво комплектуючих, хоча вони є досить недешевими.

Було обрано карбонову раму розміром сім дюймів – оптимальний розмір для демонстрації паяння і процесу збирання. Вона виготовлена з карбонових волокон, просочених спеціальною смолою. Основою для дрона слугує польотний стек “ГАЛИЧИНА F405 V2 6S/60A” виробництва компанії “603700” – повністю вітчизняний виріб із 60-амперним електронним регулятором обертів (ESC) і польотним контролером (FC) із барометром та 6 UART-портами, що дозволяє під’єднати 6 різних модулів, наприклад сервоприводи. Наявний роз’єм під MicroSD (так званий чорний ящик). Двигуни обрано EMAX ECO II 2807 1500KV, що поєднують високу потужність, швидкість і малу вагу.

Невід’ємною частиною дрона є відеопередавач і радіоприймач. Відеопередавачем обрано MaxSolo на частоті 5,8 ГГц, яка найчастіше використовується на FPV-дронах. Як радіоприймач використано BAYCK ELRS із частотою 2,4 ГГц. Камеру встановлено Caddx Ratel Pro – невелику аналогову камеру з гарною якістю зображення, що забезпечує пілотам яскраву і насичену картинку.

Налаштування дрона виконувалися у програмі Betaflight Configurator. У ній налаштовувалися прив’язки (бінди) на пульті керування, перевірялася реакція дрона на команди пульта та проводилася калібровка акселерометра. Також у цій програмі перевірялася працездатність компонентів дрона, зокрема робота двигунів.

Отже, у цій роботі було зібрано та налаштовано дрон, здатний літати, керуватися і передавати зображення з камери. Цей проєкт у майбутньому можна вдосконалювати,

наприклад встановити ШІ-камеру, яка допоможе дрону автоматично оминати перешкоди.

На даному етапі дрон тестувався у вищезгаданій програмі та запускався вдома без пропелерів з міркувань безпеки. Нижче наведено фото готового FPV-дрона.

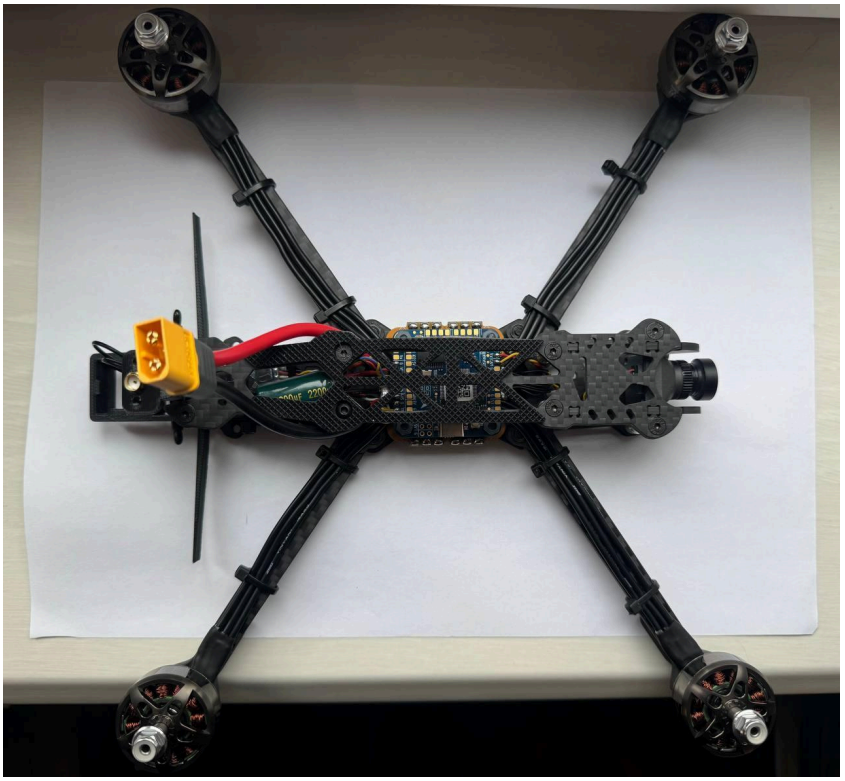


Рис. 1 Готовий FPV-дрон

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 603700 FPV. ГАЛИЧИНА F405 V2 6S/60A – коптерний польотний стек. URL: https://603700fpv.com.ua/galychyna-v2 (дата звернення: 20.04.2026).
2. Blue Bird Tech. Дрони України: розвиток, можливості та роль у сучасній війні. URL: https://www.blue-bird.tech/ (дата звернення: 20.04.2026).
3. People’s Project. Що таке БПЛА. URL: https://www.peoplesproject.com/sho-take-bpla/ (дата звернення: 20.04.2026).
4. ExpressLRS. Glossary – ExpressLRS. URL: https://www.expresslrs.org/info/glossary/ (дата звернення: 20.04.2026).
5. Flash Army. FPV-дрони: як це працює та для чого потрібні. URL: https://flasharmy.com.ua/novosti/scho-take-fpv (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 004.42

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СИНТЕЗУ ПРОГРАМНОГО КОДУ НА ОСНОВІ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Цехановський К. К., науковий керівник Нікітенко Є. В.

Визначним моментом у розвитку штучного інтелекту та його поширеності серед людства став запуск ChatGPT у листопаді 2022-го року на основі великої мовної моделі GPT-3.5. З цього часу генеративний ШІ став невід'ємною складовою життя та роботи людей. Галузь інформаційних технологій є найбільшим вигодонабувачем від розвитку ШІ, так як отримує прибутки від надання ШІ як сервісу, а його використанні всередині галузі, зокрема для автоматизації рутинних задач з розробки ПЗ, дозволяє зменшити витрати на розробку продуктів та скоротити час їхнього виходу на ринок.

В рамках скорочення витрат на розробку ПЗ, також використовуються інструменти, що передбачають no-code або low-code підхід та дають змогу користувачам без досвіду створення дизайну інтерфейсів та розробки ПЗ створювати нові додатки, інтегрувати їх з існуючими, а також зі сховищами даних. Поєднання LCNC інструментів з генеративним ШІ, за умови, якщо вони компенсують недоліки та підсилюють переваги один одного, надаючи змогу користувачу обирати оптимальні з точки зору фінансів та витраченого часу, підходи для вирішення визначених завдань з розробки ПЗ є одним зі шляхів розвитку даних інструментів.

Станом на сьогодні, поширеними LLM, здатними генерувати програмний код є: GPT від OpenAI, Gemini від Google, Llama від Meta, Claude від Anthropic, Grok від xAI. Задля зручності використання розробниками дані моделі інтегровані в середовища розробки та редактори коду, наприклад Cursor, Antigravity від Google, Visual Studio та Visual Studio Code від Microsoft з використанням GitHub Copilot. Серед LCNC інструментів з підтримкою ШІ можна відзначити Microsoft Power Apps.

Згідно статистики SWE-bench – бенчмарку, який визначає здатність моделей вирішувати реальні задачі для проектів з відкритим вихідним кодом мовою Python, які розміщені на GitHub, який був представлений у статті **"Can Language Models Resolve Real-World GitHub Issues?"** LLM не завжди повністю спроможні вирішити поставлені задачі [1]. Найбільш широко використовуваним варіантом сьогодні є SWE-bench Verified – підмножина з 500 зразків, перевірених людиною, відібраних за допомогою ретельного процесу анотації за участю 93 розробників програмного забезпечення. Для забезпечення справедливих та послідовних порівнянь стандартний підхід використовує мінімальний набір агентів, що складається лише з інструментів bash. В даному рейтингу наразі представлено 89 моделей зі штучним інтелектом, на першому місці посідає Claude Mythos Preview від Anthropic з результатом 93.9%. Середній бал по всіх моделях становить 64.5% [2]. Фреймворк SWE-Lancer, представлений OpenAI в лютому 2025, розглядає продуктивність LLM в фінансовому вимірі [3]. Він передбачає перевірку на понад 1400 фріланс-завдань з розробки програмного забезпечення з платформи Upwork, загальна вартість яких у реальних виплатах склала 1 мільйон доларів США. Завдання часто вимагають контексту всієї кодової бази, включаючи розробку як для мобільних пристроїв, так і веб-додатків, взаємодію з API, браузерами та зовнішніми додатками. Є завдання, які передбачають написання коду моделлю(IC SWE), а є ті, які передбачають вибір з запропонованих варіантів(SWE Manager), за результатами кожного завдання виконуються E2E тести створені інженерами. Найкраща модель — Claude 3.5 Sonnet — отримує 26,2% балів за завдання IC SWE та 44,9% за завдання SWE Manager, заробляючи загалом 208 050 доларів США з можливих 500 800 доларів США на наборі SWE-Lancer Diamond. Важливим зауваженням є те, що LLM демонструють вищі показники успішності в SWE Manager завданнях порівняно із IC SWE — 56,8% проти 26,2% успішності. Це говорить про доцільність використання

LLM як радників щодо якості коду, його продуктивності іноді може бути вищою, ніж їх використання в якості розробників.

Результати даних бенчмарків вказують на те, що попри стрімкий розвиток LLM залишається простір для наукової новизни в питаннях підвищення продуктивності роботи моделей в якості розробників ПЗ.

Одним зі способів інтеграції LLM моделі для роботи з існуючим кодом додатку є написання інструкцій в форматі *.md*, що, на прикладі VS Code та його інтеграції з GitHub Copilot, передбачає створення файлу *.github/copilot-instructions.md* де агент(LLM, яка здатна автономно ухвалювати рішення, здійснювати планування) знаходитиме необхідну для розробки інформацію або шляхи для неї. Інструкціями в форматі *.md* можна створювати різних агентів для роботи в різних модулях та виконання різних задач паралельно. Для забезпечення підтримки LCNC підходу необхідно розгорнути MCP(Model Context Protocol) сервер, який забезпечуватиме зв'язок агента з зовнішньою системою, наприклад Azure DevOps або Jira, де в форматі User Story або дефекту буде описане завдання для моделі, яке вона виконуватиме, коли отримає відповідну команду.

Покращити продуктивність LLM для вирішення конкретних задач можна за допомогою тонкого настроювання та навчання на додаткових даних з використанням різних методів навчання. Для покращення швидкодії без втрати якості та зменшення використання коштів на обробку запитів доступні методи дистиляції та підрізка нейронних мереж.

Формулювання запитів до LLM є запорукою отримання бажаних результатів та оптимізації використання коштів. Для цього застосовують інженерію запитів(prompt engineering), яка полягає у вказанні правильного контексту та формулюванні запитів з метою зменшення використання токенів.

Потенційна наукова новизна може полягати в розробці алгоритмів та методів оптимізації великих LLM для пошуку оптимальних розв'язків задач з програмування реального світу та інтеграція їх в програмний засіб, який слугуватиме для розробки застосунків з використанням LCNC підходів, методів створення інструкцій для моделей в тому числі з використанням інших моделей, методів оптимізації запитів.

Отже, зважаючи на розвиток ШІ та його зростаючу роль в розробці програмного забезпечення в якості акселератора, знаходження методів покращення його роботи для виконання конкретних, іноді вузькоспеціалізованих, задач залишається актуальним з огляду на неможливість великих мовних моделей вирішувати їх ефективно. З огляду на стрімкий розвиток LLM від великих гравців ринку та рішень з вихідним кодом дана тенденція може змінюватися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jimenez, C. E., Yang, J., Wettig, A., Yao, S., Pei, K., Press, O., & Narasimhan, K. R. (2024). SWE-bench: Can Language Models Resolve Real-world Github Issues? In The Twelfth International Conference on Learning Representations. https://openreview.net/forum?id=VTF8yNQM66
2. LLM Stats. (n.d.). *SWE-Bench Verified leaderboard*. https://llm-stats.com/benchmarks/swe-bench-verified
3. Miserendino, S., Wang, M., Patwardhan, T., & Heidecke, J. (2025). *SWE-Lancer: Can Frontier LLMs Earn $1 Million from Real-World Freelance Software Engineering?* [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2502.11

Секція 4. Цифрові технології та математичні методи в економіці

УДК 330.47:004.9(477)

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА МЕРЕЖЕВА ГОТОВНІСТЬ ЯК ДЕТЕРМІНАНТ ЕКОНОМІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ: АНАЛІЗ ПОЗИЦІЇ УКРАЇНИ В ГЛОБАЛЬНОМУ КОНТЕКСТІ

Костенко С.О., здобувач PhD з економіки, викладач ВСП ІФК НУБіП України
Кондрашова М.Д., студентка 4 курсу освітньої програми «Цифрова економіка», Національний університет біоресурсів і природокористування України

Цифрова трансформація економіки є одним із ключових процесів глобального розвитку XXI ст., що визначає конкурентоспроможність країн і добробут населення. Вона охоплює впровадження цифрових технологій у державне управління, промисловість, фінансовий сектор, агровиробництво та малий і середній бізнес. Для України в умовах повномасштабної збройної агресії цифровізація набула подвійного стратегічного значення: з одного боку — інструмент підтримання стійкості держави (застосунок «Дія», кіберзахист, е-послуги), з іншого — рушій повоєнного відновлення та євроінтеграційного зближення з цифровим простором ЄС.

Серед ключових викликів цифрової трансформації України в умовах воєнного часу виокремлюють: (1) фізичне знищення ІКТ-інфраструктури та дата-центрів, що безпосередньо впливає на субіндекси Technology та People; (2) масову вимушену міграцію кваліфікованих кадрів, що визначає структурний дефіцит людського капіталу в ІТ-секторі; (3) збереження значного цифрового розриву між мегаполісами та сільськими й прифронтовими районами; (4) систематичні кібератаки на критичну інфраструктуру з боку Росії; (5) обмежений фіскальний простір для державних інвестицій у цифровізацію в умовах воєнного бюджету. Ці чинники формують специфічну «воєнно-цифрову пастку», яка пояснює значний розрив між цифровим потенціалом України та її фактичним рівнем ВНД на особу.

Взаємозв'язок між цифровізацією та економічним зростанням є предметом широкої наукової дискусії. Дж. Бресналіан та Р. Гордон встановили, що ІКТ-інвестиції 1990-х рр. пояснювали більшу частину прискорення продуктивності праці у США (Brynjolfsson & McAfee, 2014). МВФ у серії робочих матеріалів (IMF, 2020–2023) підкреслює роль цифрової інфраструктури як незалежного детермінанта темпів зростання ВВП у країнах із перехідними економіками, зокрема через канали ефективності фінансового посередництва та підприємницької активності. Portulans Institute у щорічних доповідях NRI (2019–2025) демонструє стабільну кореляцію між NRI та ВНД на особу ($\rho \approx 0{,}87$), а також фіксує, що країни, які випереджають очікувану продуктивність відносно свого рівня NRI (позитивний залишок регресії), зазвичай є нетто-експортерами ІТ-послуг або ресурсоємними економіками.

В Україні фундаментальні дослідження у сфері цифрової трансформації ведуть В.М. Геєць (ДУ «ІЕП НАН України», структурні зрушення та технологічні уклади), О.І. Барановський та Н.В. Резнікова (цифровізація МСП та фінансового сектору), колективи Інституту регіональних досліджень НАН України (регіональний цифровий розрив). Між тим питання, що потребують постійного моніторингу та поглибленого дослідження, включають: оцінку втрат продуктивності від деградації цифрової інфраструктури під час активної фази конфлікту; панельний аналіз регіональних відмінностей цифровізації у розрізі 24 областей; вплив цифровізації на структуру зайнятості та заміщення праці; ефективність публічних видатків на ІТ-інфраструктуру (програми «Дія», «Є-Ворог», «Дія.Бізнес»); кореляцію між показниками NRI та темпами відновлення ВВП у 2024–2025 рр.

Метою дослідження є двоетапна емпірична оцінка зв'язку між мережевою готовністю та економічною продуктивністю: (1) на крос-секційній вибірці 127 країн за

NRI 2025 — для встановлення глобального еталону та визначення позиції України відносно прогнозного рівня ВНД; (2) на панельних даних по Україні за 2019–2025 рр. (NRI Portulans Institute) — для аналізу траєкторії та структурних змін цифрового розвитку в умовах воєнного часу. Результати дослідження мають практичне значення для обґрунтування пріоритетів цифрової складової повоєнного відновлення та євроінтеграційного зближення з цифровим простором ЄС.

Для кількісної оцінки цифрового розвитку в порівняльному аспекті використовується індекс мережевої готовності (Network Readiness Index, NRI) Portulans Institute — комплексний показник, що охоплює чотири пілони: Technology, People, Governance та Impact. Він розраховується щорічно для понад 120 країн і дозволяє зіставляти рівень цифровізації незалежно від обсягу економіки. Як показник продуктивності економіки обрано ВНД на особу (GNI per capita, метод Атлас, USD), що є стандартним індикатором добробуту Світового банку та відображає сукупну продуктивність праці у масштабах країни. Логарифмічна форма залежності дозволяє описати нелінійний характер зростання добробуту відносно рівня цифровізації.

За даними NRI 2025 (Portulans Institute, 2025), Україна посідає 46-те місце серед 127 економік з інтегральним балом 54,30. Найсильнішим пілоном залишається Governance (69,68 бала, 45-те місце у світі), що відображає прогрес у сфері е-урядування; найслабшим — Technology (44,85 бала, 59-те місце), що пов'язано з руйнуванням ІКТ-інфраструктури. Динаміка NRI України за 2019–2025 рр. характеризується двома фазами: зростанням з 48,92 (2019) до 55,71 (2022) та подальшою стабілізацією в діапазоні 54–56 балів на тлі структурних деформацій воєнного часу. Примітно, що Governance стабільно зростає (+11,4 б. за 2019–2025 рр.), тоді як Technology та People знизились від пікових значень через міграцію та пошкодження інфраструктури.

Таблиця 1. Динаміка NRI та субіндексів України, 2019–2025 рр.

Рік	NRI	Місце / N	Tech.	People	Gov.	Impact	ВНД/ос., USD
2019	48,92	67/121	43,01	42,05	58,32	52,31	13 700
2020	49,43	64/134	41,51	48,87	58,19	49,16	12 850
2021	55,70	53/134	50,52	54,43	60,81	57,08	13 800
2022	55,71	50/131	50,52	54,43	60,81	57,08	13 088
2023	55,16	43/131	47,84	57,07	60,00	55,72	14 326
2024	55,32	43/134	48,96	51,83	63,14	57,34	14 878
2025	54,30	46/127	44,85	46,66	69,68	56,01	20 904

Джерело: NRI 2019–2025 (Portulans Institute); WB Atlas method.

Для оцінювання зв'язку між NRI та рівнем добробуту побудовано крос-секційну регресійну модель (МНК) на вибірці 127 країн NRI 2025:

$$\ln(GNI_cap_i) = 6{,}768 + 0{,}066 \cdot NRI_i + \varepsilon_i$$

Результати оцінювання наведено в таблиці 2.

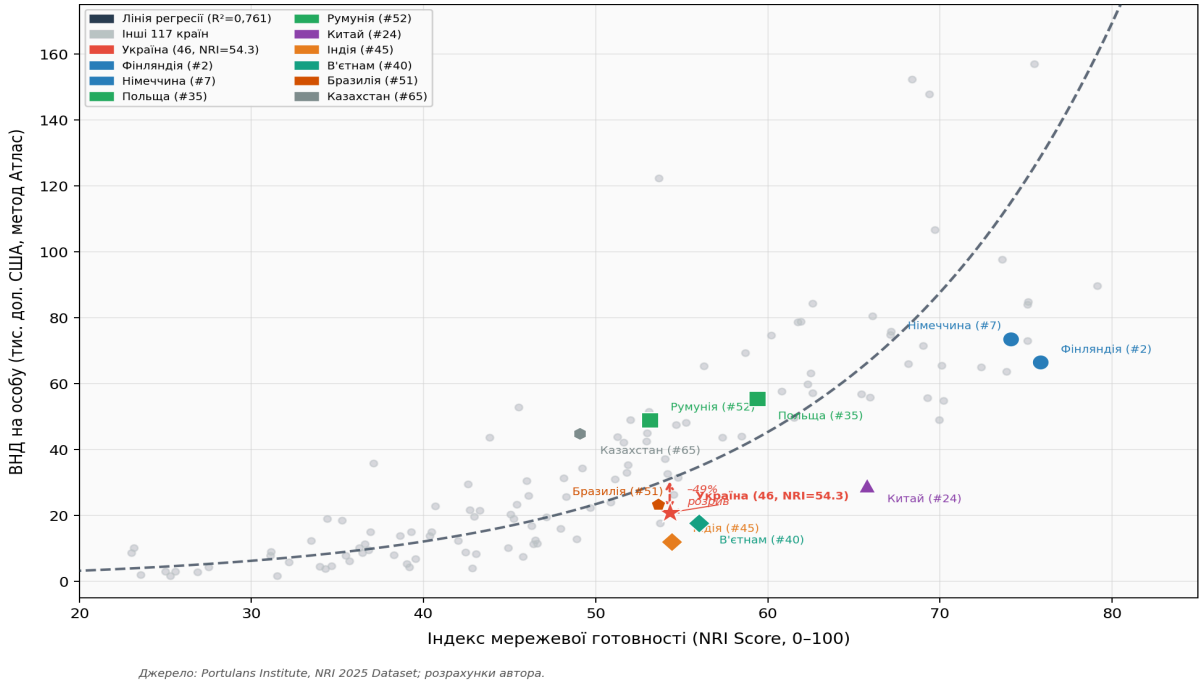
Таблиця 2. Результати МНК-оцінювання регресійної моделі (n = 127, 2025 р.)

Параметр	β	SE	t-стат.	p	95 % ДІ
Константа (β_0)	6,768	0,172	39,36	<0,001	[6,43; 7,10]
NRI Score (β_1)	0,066	0,003	19,95	<0,001	[0,059; 0,072]

Показник	Значення	Коментар
R^2	0,761	Модель пояснює 76,1 % дисперсії ln(ВНД)
R^2 adj.	0,757	Стійкість за кількістю регресорів
F (1; 125)	397,9	$p < 0{,}001$ — модель загалом значуща
RMSE	0,527	Середньоквадратична похибка (лог. масштаб)
DW	1,987	Автокореляція відсутня (1,5–2,5)

Джерело: NRI 2025 Dataset (Portulans Institute, 2025); розрахунки авторів (Python/NumPy).

Коефіцієнт $\beta_1 = 0{,}066$ означає, що зростання NRI на 1 бал асоціюється зі збільшенням ВНД на особу приблизно на 6,6 %. Прогнозне значення ВНД для України (NRI = 54,30) становить близько 31 100 USD, тоді як фактичне — 20 904 USD. Від'ємний залишок регресії (–0,40 у логарифмічному масштабі) означає, що фактичний добробут є нижчим від прогнозованого на ~49 %. Цей розрив є кількісним виразом «цифрового надлишку» — ситуації, коли країна нагромадила цифровий потенціал (46-те місце за NRI), але не конвертувала його у відповідне зростання добробуту через руйнування продуктивних потужностей у ході збройного конфлікту та структурні деформації економіки.



Джерело: Portulans Institute, NRI 2025 Dataset; розрахунки автора.

Рис. 2 Залежність ВНД на особу від індексу мережевої готовності (крос-секційний аналіз, 127 країн, NRI 2025)

Джерело: NRI 2025 Dataset (Portulans Institute, 2025); розрахунки автора.

Таким чином, індекс мережевої готовності є статистично значущим детермінантом рівня добробуту: модель пояснює 76,1 % міжкраїнової варіації ВНД. Україна (46-те місце, NRI 54,30) значно перевищує прогнозний рівень добробуту за своїм цифровим потенціалом, що відображає «цифровий надлишок» воєнного часу. Усунення цього розриву потребує відновлення ІКТ-інфраструктури, підтримки ІТ-сектору та прискорення цифрового регулювання в рамках євроінтеграції — напрямів, що підкріплені позитивною динамікою субіндексу Governance (+11,4 б. за 2019–2025 рр.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Portulans Institute. Network Readiness Index 2025. Washington, D.C., 2025. URL: https://networkreadinessindex.org.
2. Portulans Institute. NRI Reports & Datasets 2019–2024. URL: https://networkreadinessindex.org.
3. World Bank. World Development Indicators: GNI per capita, Atlas method. URL: https://data.worldbank.org.
4. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age. W.W. Norton, 2014. 320 p.

УДК 330.115:378.4(477)

РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ РЕГІОНАЛЬНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПОПИТУ НА ВИЩУ ОСВІТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Терещенко Ю.О., студентка 4 курсу освітньої програми «Економічна кібернетика»,

Костенко І.С., PhD з економіки, доцент кафедри економічної кібернетики

Актуальність. Ринок вищої освіти є стратегічним елементом відтворення людського капіталу та інноваційного потенціалу національної економіки. В умовах повномасштабного збройного вторгнення Російської Федерації, що тривало з 24 лютого 2022 р., система вищої освіти України зазнала безпрецедентних структурних деформацій: масштабного вимушеного переміщення населення (включно зі студентами та науково-педагогічними працівниками), фізичного руйнування інфраструктури закладів вищої освіти (далі — ЗВО), зміни мотиваційної поведінки абітурієнтів та деформації цінових сигналів унаслідок мобілізаційного тиску. Водночас відбулись значні інституційні трансформації: впроваджено Національний мультипредметний тест (НМТ) замість ЗНО у 2022–2024 рр., переглянуто підходи до ліцензування та акредитації, ініційовано оптимізацію мережі ЗВО. Все це формує нагальний запит на системне економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг у регіональному розрізі.

Мета роботи —побудова множинної регресійної моделі попиту на вищу освіту в регіональному розрізі та оцінка впливу ключових чинників.

Ключовою характеристикою ринку вищої освіти України є різка нестабільність попиту. За даними ЄДЕБО / ДП «Інфоресурс», у 2022 р. кількість зарахованих на бакалаврат зросла до 236 тис. осіб, у 2023 р. — до 267–281 тис. осіб, тоді як уже у 2024 р. відбулось різке скорочення до 187,8 тис. — найнижчого показника за дев'ять років. Таке коливання пояснюється насамперед мобілізаційним стимулом. Паралельно скорочувалась мережа ЗВО: з 289 університетів, академій та інститутів у 2016 р. до приблизно 200 у 2024 р. (за оцінними даними Держстату та ЄДЕБО). На облаштування укриттів у закладах освіти у 2023–2024 рр. державою виділено 2,7 млрд грн, що свідчить про масштаб безпекових обмежень навчального процесу.

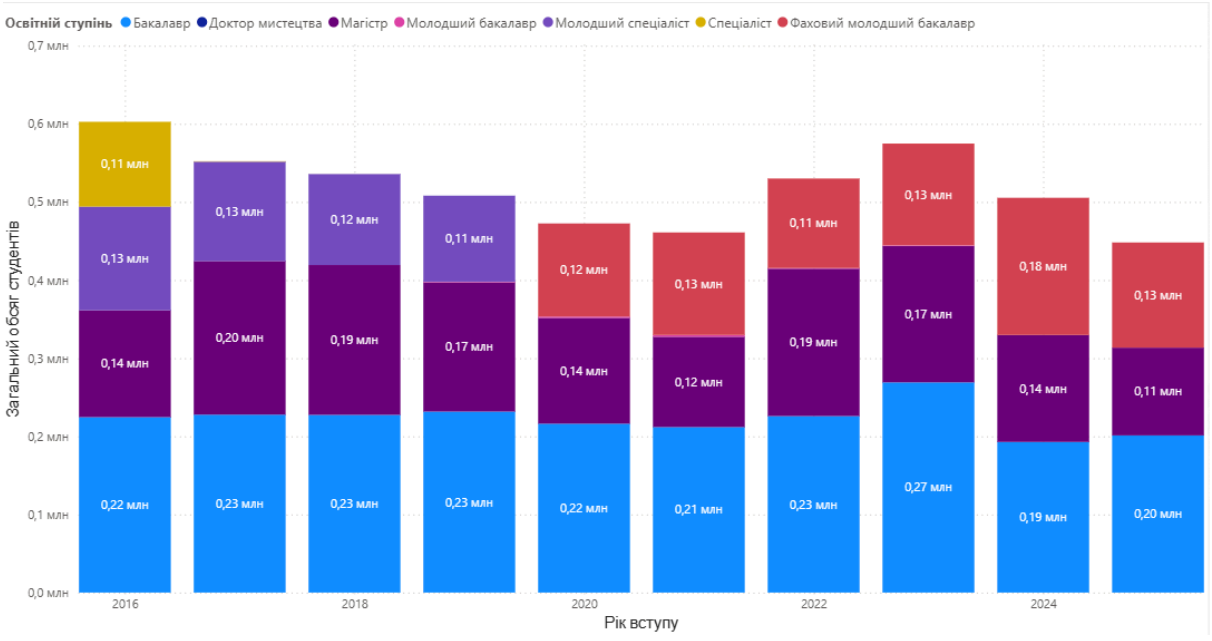


Рис. 1 Загальна динаміка попиту на вищу освіту в Україні
Джерело: ЄДЕБО / ДП «Інфоресурс» [2]

Регіональна структура попиту характеризується значною диференціацією, що посилилась унаслідок воєнних подій. Для аналітичних цілей пропонується категоризація регіонів на три групи. «Освітні метрополії» (м. Київ, Харківська, Львівська, Дніпропетровська, Одеська обл.) концентрують понад 50 % зарахувань при значній різниці у динаміці: Харківська область зазнала суттєвого скорочення через прифронтове розташування, натомість Львівська — приросту за рахунок ВПО. «Середні освітні центри» (Вінницька, Полтавська, Волинська, Івано-Франківська та ін. обл.) демонструють помірне зростання у 2022–2023 рр. унаслідок прийому ВПО та відносну стабільність у 2024 р. «Периферія та прифронтові регіони» (Донецька, Луганська (підконтрольні частини, тимчасово перенесені юридично ЗВО), Херсонська, Запорізька, Миколаївська, Сумська, Чернігівська обл.) зафіксували критичне скорочення мережі ЗВО та кількості зарахованих; для цих регіонів дані є частковими та охоплюють лише підконтрольні Україні території.

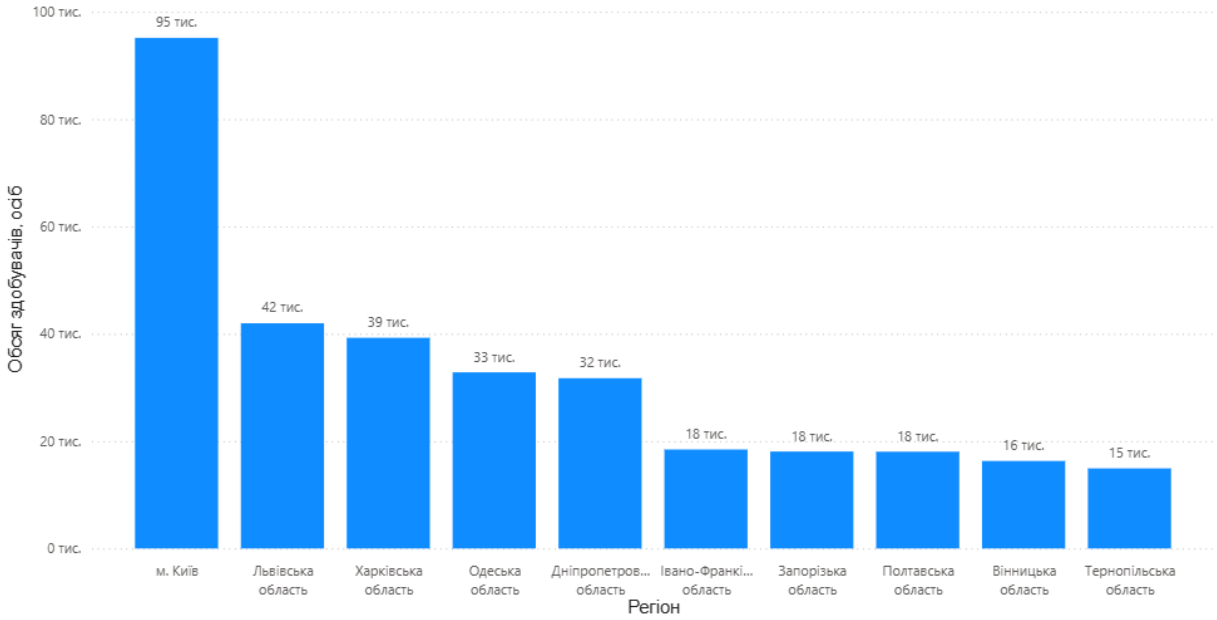


Рис. 2 Обсяг зарахованих на 1-й курс ЗВО у розрізі регіонів в 2025 р., тис. осіб
Джерело: ЄДЕБО / ДП «Інфоресурс» [2]

З метою кількісної оцінки детермінант регіонального попиту на вищу освіту запропоновано наступну специфікацію регресійної моделі. Одиниця спостереження — регіон (N = 25). Залежна змінна: ENROLL — кількість зарахованих на 1-й курс ЗВО, осіб. Незалежні змінні: UNI — кількість ЗВО [1]; ALERT_n — середньорічна кількість повітряних тривог (alerts.in.ua); WAGE — середня номінальна заробітна плата, тис. грн/міс. [1]; IDP — зареєстровані ВПО, тис. осіб (МСП України); UNEMP — рівень безробіття МОП, % [1]. Для оцінювання застосовано метод найменших квадратів (МНК). Специфікація моделі (1):

$$ENROLL = \beta_0 + \beta_1 \cdot UNI + \beta_2 \cdot ALERT_n + \beta_3 \cdot WAGE + \beta_4 \cdot IDP + \beta_5 \cdot UNEMP + \varepsilon \quad (1)$$

Таблиця 1 містить попередні результати регресійної моделі, оцінки коефіцієнтів МНК, стандартні похибки та статистику значущості.

Таблиця 1. Результати оцінювання регресійної моделі попиту на вищу освіту за регіонами України, дані 2024–2025 рр.

Змінна	β̂	Ст. похибка	t-стат.	p-знач.	Ниж. 95%	Верх. 95%
Константа (β_0)	−2 841	1 240	−2,29	0,034	−5 440	−242

UNI — кількість ЗВО	+284,7	44,8	6,36	<0,001	+191	+378
ALERT_n — тривоги/рік	−1,62	0,38	−4,26	<0,001	−2,42	−0,82
WAGE — з/п, тис.грн/міс	+148,3	58,2	2,55	0,019	+26,6	+270
IDP — ВПО, тис. осіб	+0,78	0,31	2,52	0,021	+0,14	+1,42
UNEMP — безробіття, %	−124,8	55,6	−2,24	0,037	−241,2	−8,4
R^2 = 0,895 R^2скор. = 0,872 F = 39,04; p < 0,001 SE = 1 624 осіб						

Джерело: розраховано автором за даними [1, 2], alerts.in.ua, МСП України.

Усі коефіцієнти є статистично значущими ($p < 0,05$) і відповідають теоретичним очікуванням. Найсильнішим є інституційний чинник: *кожен додатковий ЗВО у регіоні асоційований із зростанням зарахувань на ~285 осіб* (ceteris paribus). Безпековий чинник — кількість тривог — справляє значущий від'ємний вплив: *+100 тривог на рік → −162 зарахованих.* Зростання середньої заробітної плати (+1 тис. грн/міс.) додає +148 осіб через розширення платоспроможного попиту. Приплив ВПО (+10 тис. осіб) збільшує зарахування на +78 осіб у регіонах-реципієнтах. Від'ємний вплив безробіття підтверджує гіпотезу про зниження очікуваної освітньої віддачі в умовах нестабільного ринку праці.

Показник $R^2 = 0,895$ свідчить, що модель пояснює 89,5% міжрегіональної варіації зарахувань. Стандартна похибка 1 624 осіб (~22%) вказує на наявність неврахованих чинників — індивідуальних міграційних рішень, якості ЗВО, розвитку дистанційного навчання. Обмеженням моделі є мала вибірка ($N = 25$); перспективою є розширення до панельної специфікації з фіксованими ефектами за 2020–2025 рр.

Висновки. Побудована МНК-модель кількісно підтверджує, що в умовах воєнного стану регіональний попит на вищу освіту визначається взаємодією безпекових (кількість тривог), інституційних (мережа ЗВО) та соціально-економічних (заробітна плата, ВПО, безробіття) чинників. Результати можуть бути використані при обґрунтуванні регіонального держзамовлення та диференційованих програм фінансової підтримки ЗВО у прифронтових регіонах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Державна служба статистики України. Освіта в Україні: статистичні дані. — URL: ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publosvita_u.htm (дата звернення: 20.04.2026).
2. ЄДЕБО / ДП «Інфоресурс» МОН України. Відкриті дані: кількість здобувачів вищої освіти. — URL: registry.edbo.gov.ua/opendata/educators/ (дата звернення: 20.04.2026).
3. Каленюк І.С., Куклін О.В. Розвиток вищої освіти та економіка знань. — К.: Знання, 2012. — 343 с.
4. Постанова КМУ від 03.03.2020 № 191 «Деякі питання запровадження індикативної собівартості». — URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/191-2020-п (дата звернення: 20.04.2026).

УДК-331.5

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ДЕФІЦИТУ НА РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ

Артеменко А.М., науковий керівник Коваль Т.В.

Сучасний ринок праці України функціонує в умовах безпрецедентного зовнішнього тиску, що призводить до значних структурних деформацій. Для ефективного управління трудовими ресурсами підприємств та подолання кадрового голоду критично важливо розуміти природу бар'єрів при наймі працівників. Застосування математичних методів та статистичного аналізу дозволяє перетворити розрізнені емпіричні дані на структуровану інформацію, необхідну для побудови кібернетичних моделей прогнозування стану ринку праці.[3]

Метою роботи є статистичне оцінювання та ранжирування основних труднощів, з якими стикаються роботодавці при пошуку персоналу, а також підготовка інформаційної бази для подальшого імітаційного моделювання процесів рекрутингу.

Для досягнення поставленої мети було проаналізовано масив даних щодо поточних перешкод на ринку праці. За допомогою методів статистичного групування було візуалізовано частоту виникнення ключових проблем, з якими стикається бізнес (рис. 1).

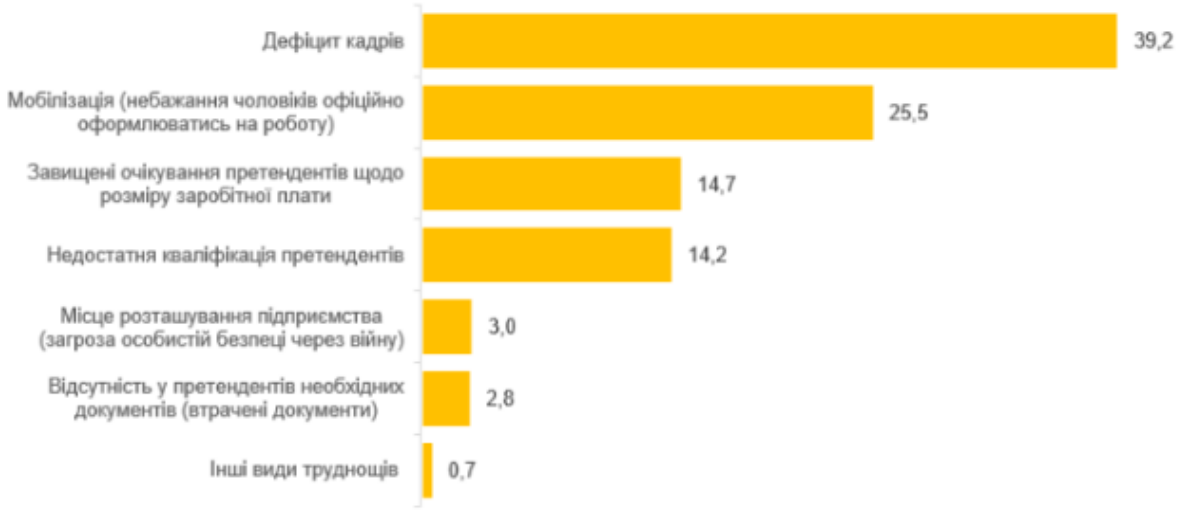


Рис. 1 Основні труднощі з пошуком персоналу в Україні

На наведеному рисунку чітко прослідковується домінування факторів, пов'язаних із фізичною нестачею ресурсу. Найбільшою проблемою є абсолютний дефіцит кадрів (39,2%).[1] Другим за значущістю фактором виступає мобілізація та пов'язане з нею небажання чоловіків офіційно оформлюватись на роботу (25,5%).[2] Разом ці два чинники формують критичний рівень нестачі пропозиції на ринку.

Економічні та кваліфікаційні фактори, такі як завищені очікування щодо заробітної плати (14,7%) та недостатня кваліфікація (14,2%), мають майже однакову вагу і вказують на розрив між потребами роботодавців та можливостями шукачів. Безпекові та адміністративні перешкоди складають найменшу частку.[1]

Для подальшого використання цих даних у математичному моделюванні, виявлені фактори було агреговано у зведену таблицю за рівнем їхнього впливу на систему.

Таблиця 1. Зведена структуризація труднощів пошуку персоналу

Група факторів	**Складові бар'єри**	**Частка впливу, %**
Кількісно-демографічні	Дефіцит кадрів; Мобілізація	64,7
Кваліфікаційно-економічні	Завищені очікування по ЗП; Недостатня кваліфікація	28,9
Безпеково-адміністративні	Загроза безпеці; Відсутність документів; Інше	6,4
Разом		100,0

Висновки: Зображені дані доводять, що український ринок праці наразі перебуває у стані гострого структурного дисбалансу, де 64,7% труднощів зумовлені фізичною відсутністю робочої сили, а не виключно ринковими механізмами ціноутворення. Це свідчить про те, що класичні методи залучення персоналу (наприклад, просте підвищення зарплат) є недостатніми. Подолання цих викликів вимагає переходу до систем автоматизації процесів та цифровізації робочих місць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналітика ринку праці України: ключові виклики та тенденції в умовах воєнного стану. Work.ua : сайт пошуку роботи. URL: https://work.ua/analytics/ (дата звернення: 22.04.2026).
2. Лібанова Е. М. Демографічні та соціально-економічні наслідки війни для ринку праці України. Демографія та соціальна економіка. 2024. № 2. С. 15–32.
3. Черняк О. І., Комашко О. В. Економічна кібернетика: системний аналіз та моделювання : підручник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2020. 352 с.

УДК 339.5.017(477)

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ

Ганяк О.В., науковий керівник Коваль Т.В.

У сучасних умовах функціонування економіки України, що характеризуються високим рівнем невизначеності, зумовленим воєнними діями та глобальними трансформаціями, особливого значення набуває прогнозування розвитку зовнішньоекономічної діяльності. Воно дозволяє оцінити перспективи зовнішньої торгівлі та забезпечити прийняття ефективних управлінських рішень.[1]Зовнішньоекономічна діяльність виступає важливим чинником економічного зростання, формування валютних надходжень та інтеграції України у світову економіку.

Аналіз часових рядів передбачає вивчення минулої динаміки показників, що робить його простим у використанні, проте цей метод не здатний враховувати раптові ринкові шоки. Натомість економетричні моделі базуються на розрахунку складних математичних залежностей, що гарантує високу точність прогнозу, але потребує наявності ідеальної та повної статистики. Сценарний підхід полягає у розробці альтернативних варіантів майбутнього, що забезпечує гнучкість у стратегічному плануванні,[3] хоча його результати часто залежать від суб’єктивності початкових припущень.

На прогнозні показники впливають три ключові групи факторів. Зовнішні чинники охоплюють світові ціни, глобальний попит та умови ринків Європейського Союзу.[4]Внутрішні аспекти зосереджені на стабільності валютного курсу та стані інфраструктури, тоді як інституційні умови визначаються поточною державною політикою та співпрацею з Міжнародним валютним фондом.

Аналізуючи прогнозні тенденції розвитку, на сучасному етапі очікується поступове відновлення обсягів експорту, де провідну роль і надалі відіграватиме аграрний сектор. При цьому географічна структура торгівлі продовжує активно зміщуватися в бік посилення зв'язків з європейськими країнами.[2]

У середньостроковій перспективі головним трендом стане диверсифікація ринків збуту задля зниження залежності від окремих торговельних партнерів. Також прогнозується зростання частки продукції з високою доданою вартістю, що має підвищити загальну конкурентоспроможність української економіки на світовому рівні.

Структура прогнозу експорту

Таблиця 1. Прогнозна структура експорту України

Галузь	Частка (умовно)	Тенденція
Аграрний сектор	40–50%	Зростання
Металургія	15–20%	Повільне відновлення
Машинобудування	10–15%	Потенційне зростання
Інші	20–25%	Стабілізація

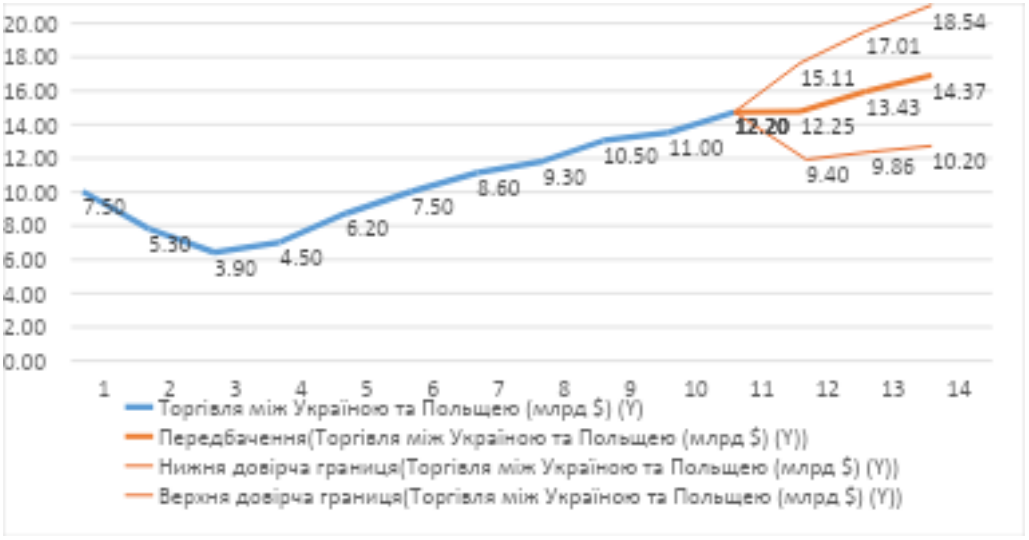


Рис.1 Прогнозування зведення за 3 роки

Сформовано автором на основі[5]

Представлена діаграма демонструє результати прогнозування обсягів торгівлі між Україною та Польщею на період з 2024 по 2026 роки, здійсненого за методом Хольта-Вінтерса. Цей метод експоненціального згладжування враховує тренд і сезонність, що робить його ефективним інструментом для аналізу часових рядів. Песимістичний сценарій дозволяє ідентифікувати можливі ризики та виклики, базовий — є найбільш імовірним за поточних умов, а оптимістичний — демонструє потенціал зростання за сприятливого розвитку подій. Такий підхід дозволяє формувати більш гнучкі стратегії зовнішньоекономічної діяльності та ефективно реагувати на зміни в глобальному середовищі.

Висновки

Прогнозування розвитку зовнішньоекономічної діяльності України є важливим інструментом економічної політики. Використання комплексного підходу дозволяє підвищити точність прогнозів та адаптувати економіку до сучасних викликів. У довгостроковій перспективі це сприятиме зміцненню позицій України на світових ринках та забезпеченню сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство економіки України. Огляди зовнішньої торгівлі та прогнозні показники. URL: https://www.me.gov.ua
2. Державна служба статистики України. Зовнішньоекономічна діяльність: статистична інформація. URL: http://www.ukrstat.gov.ua
3. Національний банк України. Звіти про фінансову стабільність та макроекономічний прогноз. URL: https://bank.gov.ua
4. World Trade Organization (WTO). World Trade Outlook Indicator and country profiles. URL: https://www.wto.org
5. Державна служба статистики України Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу:https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 26.05.2025)

УДК 004.9:339.138

ВИКОРИСТАННЯ POWER BI ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ (KPI) У СФЕРІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Картава М.В., науковий керівник Костенко І.С.

Актуальність. Ландшафт ведення бізнесу електронної комерції у 2026 році відзначається значним насиченням та посиленою конкуренцією. В Україні він продовжує розвиватися, незважаючи на зовнішні перешкоди. Обсяг ринку сягає понад **4,6** мільярда доларів США, при цьому він проходить перехід від етапу активного відновлення до стабільного зростання, що оцінюється на рівні **5-7%** за кількістю замовлень. Одним із провідних трендів є концепція mobile-first - більше ніж **60%** покупок здійснюється через смартфони. Спостерігається вищий інтерес до категорій електроніки, товарів для дому і здоров'я. [1] За спостережуваного збільшення попиту та кола споживачів, необхідність залишатися на рівні зі своїми конкурентами та, до того ж, мати можливість виходити вперед, стає ще більш критичною. Головне, що дозволяє це зробити за умови перевантаження даними - вміння швидко обробляти складні потоки інформації та перетворювати їх на дієві інсайти за допомогою інструментів бізнес-аналітики (BI).

Мета: аналіз потенціалу сучасних BI-систем на прикладі Power BI у контексті відстеження ключових показників ефективності (KPI) в інтернет-аналітиці, проведення дослідження із застосуванням даних власного сайту, отриманих із Google Analytics 4.

Для забезпечення стабільного зростання інтернет-магазину важливо акцентувати увагу на показниках, які безпосередньо впливають на прибутковість і утримання клієнтів, уникаючи «марних» метрик. Ключовими KPI для електронної комерції є **середній чек** (AOV), що сприяє підвищенню прибутковості без додаткових інвестицій у трафік; **коефіцієнт конверсії** (Conversion Rate), який демонструє якість продажної воронки; **пожиттєва цінність клієнта** (CLV) - узагальнює прибуток від взаємодії з клієнтом за весь період співпраці; а також **відсоток покинутих кошиків** (Cart Abandonment Rate), який глобально в середньому становить ***70.22%,*** що свідчить про втрати доходу через бар'єри у процесі, часто такі як великі витрати на доставку, необхідність створювати обліковий запис чи незручна оплата, що зупиняє клієнтів. [2]

Однією з основних проблем даного ринку залишається фрагментація інформаційних систем. Вирішення полягає у застосуванні BI-систем, наприклад Power BI, які інтегрують інформацію в єдине джерело та дозволяють створювати звіти на основі імпортованих даних. [3] Це пришвидшує прийняття рішень та дозволяє більш об'єктивно визначати рентабельність інвестицій (ROAS), враховуючи собівартість, логістику й повернення, а не лише валовий дохід; більшість платформ, зосереджуючись на валовому доході, можуть створювати ілюзію високого ROAS, яка не враховує негативної маржі.

Перевага Power BI була виявлена у одному випадку першочергового використання для трансформації сирих транзакційних даних e-commerce проєкту: виправлення назв міст, видалення тестових замовлень із нульовою ціною, стандартизації форматів. Подальший аналіз показав, що категорія електроніки генерувала **45%** доходу при наявності лише **25%** асортименту, а **70%** клієнтів були зосереджені в трьох містах, що послужило підставою відкриття пунктів видачі та укладення договору про кращі умови з постачальниками. Це дозволило знизити рівень покинутих кошиків, пов'язаних з доставкою, а аналіз кореляції ціни та обсягу продажів показав, що невелике підвищення цін не призвело б до падіння попиту, оскільки клієнти цінували бренд та сервіс. Це дозволило збільшити валову маржу на **5%** без втрати частки ринку. [4] Моніторинг KPI також потребує організації дашбордів відповідно до шляху клієнта, що дозволяє реалізувати Power BI від залучення до утримання. Так, у процесі дослідження його було

застосовано для аналізу інтернет-магазину офісних товарів за даними з GA4 та формування з них бази для прийняття рішень.

audienceName	date	bounceRate	userEngagementDuration	screenPageViewsPerUser
All Users	10 квітня 2026 р.	0,533333333333333	0,00716435185185185	5,81818181818182
All Users	4 квітня 2026 р.	1	0,000127314814814815	1
All Users	8 квітня 2026 р.	1	6,94444444444444E-05	1,33333333333333
All Users	12 квітня 2026 р.	1	0	1
All Users	15 квітня 2026 р.	1	0,000115740740740741	1
All Users	16 квітня 2026 р.	1	0	0
All Users	14 квітня 2026 р.	0,857142857142857	0,00112268518518519	1,71428571428571
All Users	2 квітня 2026 р.	0,833333333333333	0,000104166666666667	1,16666666666667
All Users	3 квітня 2026 р.	0,8	0,000601851851851852	1,57142857142857
All Users	5 квітня 2026 р.	0,666666666666667	0,000509259259259259	2,33333333333333
All Users	31 березня 2026 р.	0,615384615384615	0,0102314814814815	4,2
All Users	11 квітня 2026 р.	0,6	0,000439814814814815	2
All Users	1 квітня 2026 р.	1	5,78703703703704E-05	1
All Users	6 квітня 2026 р.	0,5	0,000324074074074074	4
All Users	19 квітня 2026 р.	0,5	8,10185185185185E-05	2
All Users	9 квітня 2026 р.	0,333333333333333	0,00498842592592593	9,75
All Users	20 квітня 2026 р.	0	2,31481481481481E-05	1
користувачі, що хочуть дізнатись більше	15 квітня 2026 р.	1	3,47222222222222E-05	1
користувачі, що хочуть дізнатись більше	16 квітня 2026 р.	1	0	0
користувачі, що хочуть дізнатись більше	11 квітня 2026 р.	0,333333333333333	0,00037037037037037	3
користувачі, що хочуть дізнатись більше	10 квітня 2026 р.	0,142857142857143	0,00545138888888889	15,1666666666667
користувачі, що хочуть дізнатись більше	9 квітня 2026 р.	0	0,00434027777777778	12,5
користувачі, що хочуть дізнатись більше	14 квітня 2026 р.	0	0,00112268518518519	6

Рис. 1 Таблиця показників, імпортованих із GA4

Розрахунок KPI, релевантних саме тут, було виконано створенням власних мір, що розраховують вирази мовою DAX на основі таблиць. Отримали: коефіцієнти додавання в кошик **(13%)** та перегляду контактів **(25%)** при загальному індексі успішності лише **6%** вказують на переважно консультативну, а не транзакційну поведінку користувачів, що є неефективним. Воронка зафіксувала критичну втрату клієнтів між етапами перегляду та додавання до кошика, що вказує на нагальну потребу в аудиті інтерфейсу та вдосконаленні UX.



Рис. 2 Дашборд, сформований за даними сайту OfficeBaza у Power BI

Цей випадок дав можливість побачити: ключовою перевагою Power BI є виявляти приховані закономірності та формувати персоналізовані критерії аналізу. Завдяки такому підходу бізнес отримує інсайти, необхідні для оптимізації шляху клієнта, виправлення помилок та розуміння потреб, що є запорукою успіху на сучасному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. kenresearch.com [Електронний ресурс]: «Ukraine e-commerce market | 2019 – 2030| KEN research». - Режим доступу: https://www.kenresearch.com/ukraine-e-commerce-and-online-retail-market (дата звернення: 25.04.2026).
2. baymard.com [Електронний ресурс]: «50 cart abandonment rate statistics 2026 – cart & checkout – Baymard». - Режим доступу: https://baymard.com/lists/cart-abandonment-rate (дата звернення: 25.04.2026).
3. Юрченко, Я. В. (2025). Інструменти бізнес-аналітики для маркетингової діяльності малих і середніх підприємств. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки, 10(1), 196–201* - Режим доступу: https://doi.org/10.18523/2519-4739.2025.10.1.196-201 (дата звернення: 25.04.2026)
4. Ifeoma L. I. [Електронний ресурс]: «Decoding e-commerce success: how I analyzed customer behaviour to drive revenue growth». 15.03.2026 - Режим доступу: https://medium.com/@ifeoma.igbonoba/decoding-e-commerce-success-how-i-analyzed-customer-behaviour-to-drive-revenue-growth-d61d5d09deb0 (дата звернення: 25.04.2026).

УДК 004.67:658.5

ЗАСТОСУВАННЯ MS EXCEL ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА

Шкарбан С.В., науковий керівник: Коваль Т.В.

В умовах активної цифровізації економіки та посилення конкурентного середовища підприємства стикаються з необхідністю оперативного і точного аналізу власної господарської діяльності. Прийняття обґрунтованих управлінських рішень вимагає систематичного моніторингу ключових економічних показників — виручки, собівартості, рентабельності, ліквідності та інших — і побудови прогностичних моделей на їх основі. Особливо гострою ця потреба стає в умовах воєнного часу та економічної нестабільності, коли традиційні підходи до планування втрачають надійність, а керівники підприємств потребують гнучких і доступних інструментів для швидкого перерахунку сценаріїв. Попри стрімкий розвиток спеціалізованих аналітичних платформ, табличний процесор MS Excel залишається одним із найбільш затребуваних інструментів економіко-математичного моделювання на підприємствах малого та середнього бізнесу завдяки своїй доступності, гнучкості та широкому функціональному наповненню [1]. Актуальність дослідження визначається потребою систематизації підходів до застосування інструментів MS Excel для побудови практичних моделей аналізу та прогнозування діяльності підприємства в умовах економічної нестабільності.

Сучасний MS Excel містить потужний вбудований інструментарій для проведення економічного аналізу. Надбудова «Пакет аналізу» надає можливість виконувати кореляційно-регресійний аналіз, дисперсійний аналіз, побудову гістограм та ковзних середніх без застосування мов програмування [2]. Зведені таблиці (Pivot Tables) дозволяють структурувати великі масиви фінансової звітності, здійснювати типологічне та структурне групування даних, а функції COUNTIF, AVERAGEIFS та SUMPRODUCT — проводити статистичні розрахунки у розрізі окремих категорій. Засіб Power Query забезпечує автоматизацію процесів завантаження, очищення та трансформації даних із зовнішніх джерел, що суттєво скорочує час підготовки аналітичної інформації [3].

Таблиця 1 Основні економічні показники підприємства (2022–2024 рр.)

Показник	2022	2023	2024	Зміна 22–24
Виручка, тис. грн	4 120	5 380	6 740	+63,6%
Собівартість, тис. грн	2 870	3 640	4 480	+56,1%
Валовий прибуток, тис. грн	1 250	1 740	2 260	+80,8%
Рентабельність продажів, %	30,3%	32,3%	33,5%	+3,2 %
Постійні витрати, тис. грн	680	720	760	+11,8%
Змінні витрати, тис. грн	2 190	2 920	3 720	+69,9%

Джерело: розраховано на основі даних підприємства у MS Excel

У межах дослідження на прикладі виробничого підприємства розроблено комплексну Excel-модель аналізу та прогнозування основних економічних показників. Як видно з таблиці 1, за період 2022–2024 років виручка підприємства зросла на 63,6%, тоді як рентабельність продажів збільшилась з 30,3% до 33,5%, що свідчить про випереджаюче зростання доходів порівняно з витратами. При цьому постійні витрати збільшились лише на 11,8%, тоді як змінні — на 69,9%, що відображає розширення обсягів виробничої діяльності. Модель включає три взаємопов'язані блоки: блок аналізу

доходів і витрат із деталізацією за статтями калькуляції, блок трендового прогнозування виручки на основі методу найменших квадратів та блок сценарного аналізу з використанням інструменту «Диспетчер сценаріїв». Для кожного сценарію автоматично перераховуються значення валового прибутку, точки беззбитковості та запасу фінансової міцності. За допомогою функції «Пошук рішення» визначено оптимальний обсяг виробництва, що забезпечує максимізацію прибутку за умов обмежених ресурсів .

Практична реалізація моделі здійснювалась у кілька етапів: спочатку сформовано базу вхідних даних із щомісячних показників і структуровано їх у єдиній робочій книзі Excel, після чого засобами Power Query виконано автоматичне очищення та нормалізацію даних. Побудовано регресійну модель залежності виручки від обсягу виробництва, точність якої перевірено за критерієм F-Фішера та коефіцієнтом детермінації R^2. На основі отриманих рівнянь сформовано три сценарії — песимістичний, базовий та оптимістичний — з автоматичним перерахунком усіх ключових показників при зміні вхідних параметрів.

Висновок

Результати моделювання засвідчили, що застосування вбудованих аналітичних інструментів MS Excel дозволяє отримати достатньо точні прогнози основних фінансових показників на горизонті до шести місяців при відносній похибці не більше 8-12% у стабільних умовах господарювання. Проведений аналіз чутливості показав, що зростання ціни реалізації на 5% збільшує прибуток майже на 53%, тоді як аналогічне зниження перетворює його на збиток — що підкреслює важливість цінової політики для фінансової стійкості підприємства. Водночас виявлено обмеження підходу: MS Excel не є оптимальним рішенням для опрацювання масивів даних понад 100 тис. записів, а також потребує ручного оновлення при зміні вхідних даних, що знижує оперативність аналізу. Для усунення цих недоліків перспективним є інтеграція Excel-моделей із засобами автоматизованої звітності Power BI, яка забезпечує інтерактивну візуалізацію показників у режимі реального часу та підключення до корпоративних баз даних. Таким чином, MS Excel зберігає значний практичний потенціал як інструмент економіко-математичного моделювання, особливо для підприємств малого та середнього бізнесу, що не мають ресурсів для впровадження спеціалізованих ERP-систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Серединська В. М., Загородна О. М., Федорович Р. В. Економічний аналіз : навч. посіб. Тернопіль : Астон, 2023. 346 с.
2. Аналіз та прогнозування в MS Excel та Power BI. Kyiv School of Economics. URL: https://kse.ua/ua/kse-program/analiz-ta-prognozuvannya-v-ms-excel-ta-power-bi.
3. Методологічні аспекти економічного аналізу великих масивів даних у середовищі MS Excel. Економіка, управління та адміністрування. 2025. URL: https://ema.ztu.edu.ua/article/view/356258.

УДК 004.8:004.94

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА MACHINE LEARNING У МОДЕЛЮВАННІ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ

Вознюк А.А., науковий керівник Коваль Т.В.

Актуальність теми зумовлена розвитком цифрових технологій і зростанням складності систем, що потребують ефективних методів аналізу та прогнозування. Традиційні підходи не завжди забезпечують точність у роботі з великими даними та невизначеністю, тому застосування ШІ та ML є актуальним [1; 2].

Імітаційне моделювання є важливим інструментом дослідження складних систем у різних галузях: економіці, медицині, інженерії, логістиці та інформаційних технологіях. Традиційні методи моделювання часто мають обмеження у випадках, коли система є нелінійною, стохастичною або має велику кількість змінних. У цьому контексті використання сучасних інформаційних технологій і цифрових рішень сприяє підвищенню ефективності дослідження складних систем [1].

Штучний інтелект є одним із ключових напрямів розвитку сучасних цифрових технологій і дозволяє створювати моделі, які здатні навчатися на основі даних, адаптуватися до змін середовища та прогнозувати поведінку систем. На відміну від класичних підходів, де модель задається жорсткими математичними залежностями, методи штучного інтелекту дають змогу виявляти приховані закономірності у даних та підвищувати точність моделювання [2].

Machine Learning як складова штучного інтелекту охоплює набір алгоритмів, що дозволяють системам навчатися з даних без явного програмування. Основними підходами є навчання з учителем, яке застосовується для задач класифікації та регресії, навчання без учителя, спрямоване на виявлення структури даних, а також підкріплювальне навчання, що використовується для оптимізації поведінки систем у процесі взаємодії із середовищем [3].

Таблиця 1. Застосування ШІ та ML на етапах імітаційного моделювання

Етап моделювання	**Застосування ШІ та Machine Learning**	**Результат інтеграції**
Підготовка даних	Автоматична обробка та очищення вхідних даних для моделі	Підвищення якості вхідної вибірки
Побудова моделі	Виявлення залежностей між змінними системи за допомогою алгоритмів ML	Скорочення часу розробки моделі
Проведення експериментів	Оптимізація параметрів моделі (зокрема генетичними алгоритмами)	Визначення найефективніших сценаріїв роботи
Аналіз результатів	Виявлення аномалій і прогнозування майбутніх станів системи	Підвищення точності та глибини аналізу

Поєднання методів штучного інтелекту та машинного навчання у процесі імітаційного моделювання дозволяє значно підвищити точність прогнозів, автоматизувати побудову моделей і забезпечити їх адаптивність до змін середовища. Такі підходи особливо ефективні при роботі з великими обсягами даних і складними системами [2; 3].

Водночас використання ШІ та ML має певні обмеження. Зокрема, ефективність моделей залежить від якості та обсягу даних, виникає складність інтерпретації результатів, а також існує ризик перенавчання моделей. Крім того, значні обчислювальні ресурси є необхідними для реалізації складних алгоритмів [2; 3; 4].

Практичне застосування штучного інтелекту, машинного навчання та імітаційного моделювання охоплює широкий спектр галузей. У транспортних системах ці підходи використовуються для моделювання потоків і оптимізації маршрутів, у фінансовій сфері - для аналізу та прогнозування ринкових процесів, у медицині - для діагностики та моделювання поширення захворювань, у виробництві - для оптимізації технологічних процесів і підвищення ефективності, а в інформаційних системах - для аналізу навантаження, тестування систем і прогнозування можливих відмов [4; 5].

Таблиця 2. Основні напрями застосування імітаційного моделювання систем

Галузь	Застосування
Економіка	Прогнозування розвитку ринку, аналіз ризиків
Транспорт	Моделювання потоків, оптимізація маршрутів
Медицина	Моделювання поширення захворювань, діагностика
Виробництво	Оптимізація технологічних процесів, підвищення ефективності
ІТ-системи	Аналіз навантаження, тестування та прогнозування відмов

Висновок

ШІ та ML трансформують імітаційне моделювання, підвищуючи точність прогнозів та автоматизуючи побудову моделей. Вони дозволяють створювати адаптивні системи та цифрові двійники, що підвищує ефективність управління складними процесами. Крім того, ці технології сприяють більш швидкому прийняттю рішень на основі великих обсягів даних. Також вони забезпечують виявлення прихованих закономірностей у складних системах. У перспективі це сприятиме подальшій автоматизації наукових і прикладних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство освіти і науки України. Методичні рекомендації щодо використання інформаційних технологій у навчальному процесі. - Київ, 2021.
2. Основи штучного інтелекту: навч. посіб. / за ред. О.В. Палагіна. - Київ: НТУУ «КПІ», 2020.
3. Машинне навчання: навч. посіб. / за ред. В.В. Литвин. - Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2022.
4. Імітаційне моделювання систем: навч. посіб. / за ред. С.М. Злепка. Харків: ХНУРЕ, 2019.
5. Цифрові технології та їх застосування: навч. посіб. – Львів: Львівська політехніка, 2021.

УДК 004.8:658.8:519.876

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ

Нгуен Є.Т., науковий керівник Кравченко В.М.

Постановка проблеми. Системи управління продажами функціонують в умовах динамічного попиту та складної поведінки споживачів. Традиційні методи не враховують нелінійність і сезонність, тоді як ML-підходи забезпечують вищу точність, але недостатньо інтегровані в управлінські процеси.

Сучасні дослідження зосереджені на вдосконаленні окремих ML-моделей, а не інтегрованих систем. У [1] застосовано трансферне навчання для нових продуктів, у [2] показано перевагу LSTM, у [3] поєднано XGBoost і кластеризацію, у [4] використано трансформери для поведінкових даних. Проте питання інтеграції прогнозування в системи управління продажами залишаються недостатньо дослідженими.

Мета роботи – аналіз ML-методів прогнозування попиту та оцінка їх застосування в системах управління продажами. Дослідження базується на аналізі та експериментальному моделюванні. Використано датасет e-commerce Amazon (128 975 записів), який агреговано у часові ряди. Застосовано моделі XGBoost і LSTM з календарними, лаговими та категоріальними ознаками. Оцінювання виконано за метриками MAPE, RMSE та wMAPE.

Експерименти проведено на датасеті e-commerce Amazon [5] (128 975 записів), після очищення та агрегації даних у часові ряди. Для моделювання використано XGBoost і LSTM з ознаками календарних, категоріальних, логістичних і лагових параметрів. Схема на рис. 1 відображає процес обробки даних, навчання моделей і інтеграції прогнозів.

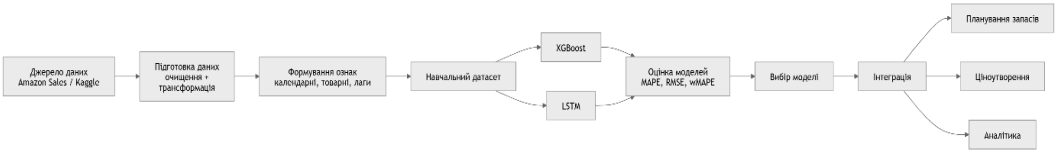


Рис. 1 Архітектура програмного модуля прогнозування попиту в інтелектуальній системі управління продажами

Оцінювання виконано на основі часової вибірки з поділом на тренувальний і тестовий сегменти. Якість моделей оцінювалась за метриками MAPE, RMSE та wMAPE.

Порівняння ефективності моделей прогнозування попиту. Експериментальне моделювання показало, що ML-методи забезпечують вищу точність прогнозування порівняно з базовими підходами. Моделі XGBoost і LSTM на збагаченому наборі ознак демонструють нижчі MAPE та RMSE, ніж наївна модель і ковзні середні. На рис. 2 показано динаміку фактичного щоденного попиту та прогнозів чотирьох моделей: наївної (зміщення на 1 день), ковзного середнього (7 днів), а також моделей машинного навчання XGBoost і LSTM.

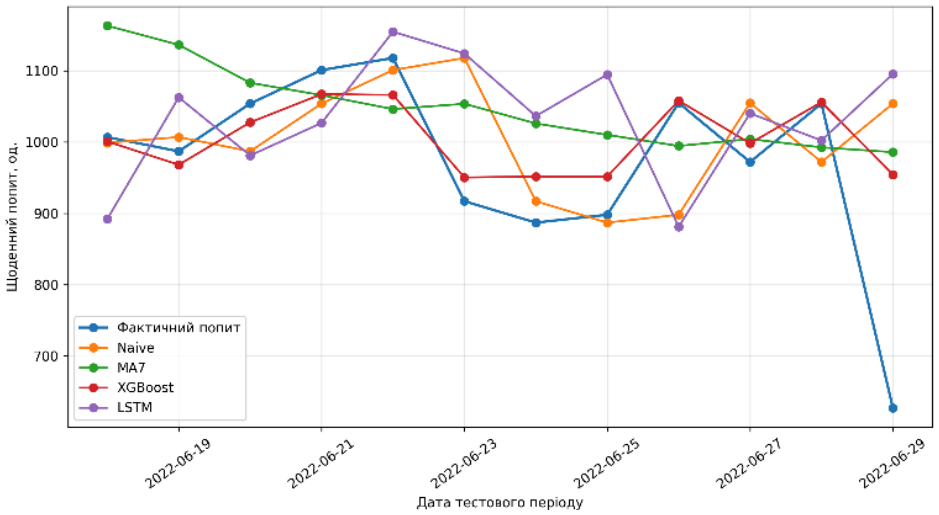


Рис. 2 Порівняння фактичного попиту та прогнозів моделей на тестовому періоді

Моделі XGBoost і LSTM точніше враховують ознаки попиту, демонструючи кращу адаптацію до змін динаміки, хоча окремі пікові значення можуть недооцінюватися.

Оцінювання точності і стійкості моделей. Тестування показало, що наївні моделі чутливі до сезонності, тоді як ML-методи краще згладжують коливання. XGBoost ефективний для коротких прогнозів, LSTM — для довших залежностей. Лагові ознаки зменшують похибку базових моделей, але поступаються нелінійним ML-підходам, що підтверджує їх доцільність у динамічному e-commerce середовищі. На рис. 3 наведено стовпчикову діаграму значень MAPE, RMSE та wMAPE для розглянутих моделей.

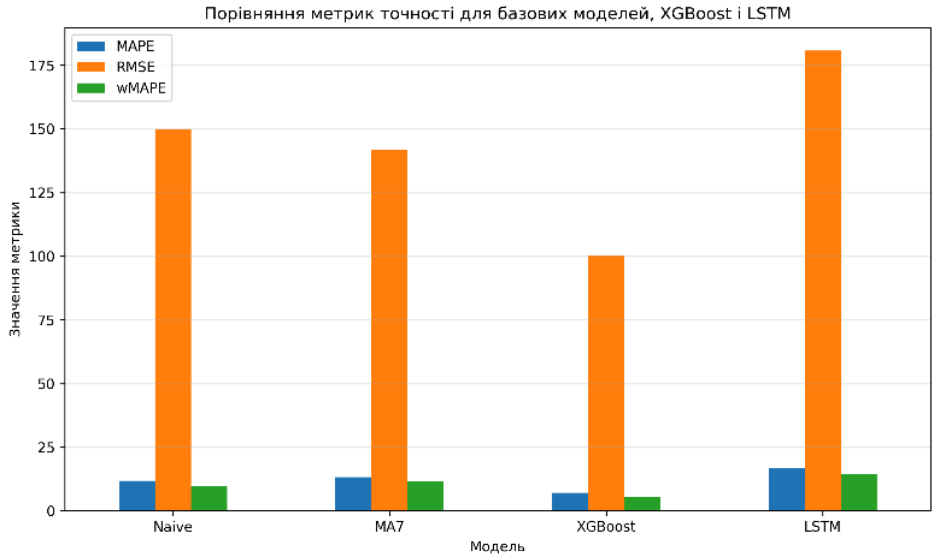


Рис. 3 Порівняння значень MAPE, RMSE та wMAPE для базових та ML-моделей прогнозування попиту

Ковзне середнє (MA7) має трохи нижчий RMSE за наївну модель, але незначно виграє за MAPE і wMAPE. Модель XGBoost демонструє найнижчі значення похибок серед розглянутих підходів, тоді як LSTM показує дещо вищі значення RMSE, що може бути пов’язано з недостатньою довжиною часових рядів або параметрами навчання.

Інтеграційна цінність результатів для систем управління продажами. Запропонована методологія формування прогнозів забезпечує можливість безпосередньої інтеграції отриманих результатів у модулі оперативного управління

запасами, динамічного ціноутворення та планування маркетингових кампаній. Визначені за допомогою XGBoost важливі ознаки дозволяють пояснювати фактори, що впливають на попит (категорія, сезонність, тип доставки), підвищуючи прозорість прийняття рішень.

Висновки. Встановлено, що моделі машинного навчання, зокрема XGBoost, забезпечують вищу точність прогнозування порівняно з базовими методами, тоді як ефективність LSTM залежить від структури даних і параметрів навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ahmed S., Chakrabortty R.K., Essam D.L. Multi-source transfer learning for demand forecasting. Intell. Syst. Appl., 2025, 27, 200548. https://doi.org/10.1016/j.iswa.2025.200548
2. Ghribi Y., Graha E.R., Wicaksono H. ML models for demand forecasting in medical industry. Procedia CIRP, 2025, 134, 849–854. https://doi.org/10.1016/j.procir.2025.02.209
3. Zhang M., Wu L. Sales forecasting using XGBoost in e-commerce. Int. J. Intell. Inf. Technol., 2025, 21(1), 1–21. https://doi.org/10.4018/ijiit.382563
4. Ahmmed M.M., Rahman M.M., Mahmud M. Deep learning for e-commerce demand prediction. Transp. Res. Procedia, 2025, 84, 145–152. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.03.057
5. E-Commerce Sales Dataset. Kaggle. https://www.kaggle.com/datasets/thedevastator/unlock-profits-with-e-commerce-sales-data

УДК 004.94

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ «ОСТАННЬОЇ МИЛІ»: ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТ І ШВИДКОСТІ ДРОНОВОЇ ТА КЛАСИЧНОЇ КУР'ЄРСЬКОЇ ДОСТАВКИ

Теслюк Б. В., науковий керівник Коваль Т.В

Оптимізація логістики «останньої милі» залишається одним із найгостріших викликів сучасних ланцюгів постачання: витрати на цей етап становлять 40–50% сукупних логістичних витрат підприємств, а зростання обсягів електронної комерції щороку посилює навантаження на міську транспортну інфраструктуру [1]. Інтеграція безпілотних літальних апаратів (БПЛА) розглядається як перспективна альтернатива наземній доставці, оскільки вони не залежать від дорожніх заторів, скорочують час транзиту та знижують викиди CO_2 [2]. Проте об'єктивна оцінка ефективності дронів у реальному міському середовищі потребує попереднього тестування засобами імітаційного моделювання.

Мета дослідження — провести кількісне порівняння часових та економічних показників традиційної кур'єрської і безпілотної доставки на етапі «останньої милі» засобами агентно-орієнтованої імітаційної моделі та визначити оптимальне співвідношення між наземним та повітряним транспортом.

Застосовано агентно-орієнтоване моделювання (ABS) у середовищі AnyLogic на основі реальної топології вулично-дорожньої мережі міста з населенням 1,5 млн осіб [3]. Метод дозволяє відтворити децентралізовану взаємодію незалежних агентів у динамічному стохастичному середовищі. Визначено три класи агентів.

«Клієнт» генерує замовлення із випадковими координатами та часовими вікнами (Time Windows);

«Кур'єр (LCV)» рухається по топологічному графу дорожньої мережі; вантажопідйомність до 1500 кг, швидкість залежить від щільності трафіку;

«БПЛА (Дрон)» летить прямолінійно над інфраструктурою; корисне навантаження ≤ 3 кг, радіус дії ≤ 15 км; чутливий до погодних умов.

Моделювання охоплювало 30-денний горизонт із генерацією 500 замовлень на добу з вираженими піками попиту у ранкові (8:00–10:00) та вечірні (17:00–20:00) години. Для дронів задано стохастичну модель погодних обмежень із імовірністю відмови 5% на добу через вітер понад 10 м/с або опади.

Розглянуто три сценарії: виключно наземна доставка (LCV), гібридна (70% LCV + 30% БПЛА) та повністю безпілотна з мережею зарядних станцій. Ключові показники наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння показників сценаріїв доставки

Показник	**Сценарій 1 (100% LCV)**	**Сценарій 2 (Гібрид)**	**Сценарій 3 (100% БПЛА)**	**Одиниці**
Середній час доставки	48	31	26*	хв
Своєчасність замовлень	81	95	89*	%
Операційні витрати	100	82	112	% від бази
Викиди CO_2	100	65	18	% від бази
Ємність (кг/замовл.)	до 1500	змішана	до 3	кг

** — без урахування черг на станціях підзарядки у пікові години.*

Сценарій 1 виявив критичну залежність часу доставки від дорожніх заторів: у пікові години затримки сягали 40%, а середній час очікування перевищував норматив на 19 хв. Сценарій 2 (гібрид) показав найкращий баланс — зростання своєчасності на 14 п.п. та скорочення витрат на 18% [4], завдяки перерозподілу дрібних замовлень на БПЛА під час пікового навантаження на автомобільний флот. Сценарій 3 виявив ефект «пляшкового горлечка» на вузлових зарядних станціях (середній час очікування до 14 хв), що підвищило загальні витрати на 12% попри скорочення часу польоту.

Висновки. Імітаційне моделювання підтвердило, що БПЛА суттєво скорочують час транзиту та знижують екологічне навантаження: викиди CO_2 у сценарії 3 зменшились на 82% порівняно з базовим. Однак найбільш економічно доцільною є гібридна модель, яка нівелює обмеження дронів за вантажопідйомністю та дальністю за рахунок синергії з автотранспортом. Розроблена модель може бути використана логістичними операторами для обґрунтування стратегічних рішень щодо реструктуризації транспортного парку з урахуванням специфіки конкретного міста [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aurambout J. P., Gkoumas K., Ciuffo B. Last mile delivery by drones: An estimation of viable market potential and routing issues. European Transport Research Review. 2019. Vol. 11(1). P. 1–14.
2. Macrina G., Pugliese L. D. P., Guerriero F., Laporte G. The green mixed fleet vehicle routing problem with partial battery recharging and time windows. Computers & Operations Research. 2020. Vol. 116. P. 104871.
3. Savelsbergh M., Van Woensel T. City logistics: Challenges and opportunities. Transportation Science. 2016. Vol. 50(2). P. 579–590.
4. Dorling K., Heinrichs J., Messier G. G., Magierowski S. Vehicle routing problems for drone delivery. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. 2016. Vol. 47(1). P. 70–85.
5. Poikonen S., Golden B., Wasil E. A. The vehicle routing problem with drones: Extended models and connections. Networks. 2019. Vol. 74(3). P. 300–318.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ

Гаврилюк О. О., науковий керівник Коваль Т. В.

В нинішній час банківський сектор переживає фундаментальні зміни. Класична модель розгалужених мереж фізичних відділень поступається новій концепції "банк у смартфоні" (NEOBANKING). Головною проблемою для традиційних фінансових установ під час такого переходу залишається об'єктивна оцінка ризиків від різкого або поступового переходу з фізичних точок обслуговування на виключно цифрові канали. Оскільки прямі експерименти є занадто ризикованими як у фінансовому, так і в репутаційному плані, банки та їхні дослідники дедалі частіше звертаються до методу комп'ютерного моделювання [1]. Метою цього дослідження є узагальнення та ааліз сучасних підходів до імітаційного моделювання процесів перерозподілу клієнтів між фізичними відділами та цифровими сервісами під час переходу до моделі необанкінгу.

У симуляції клієнти наділяються різним рівнем цифрової грамотності, чутливістю до часу обслуговування та лояльністю до компанії, тоді як сам банк представлено у вигляді фізичних відділень та цифрового додатку. Ядром подібних систем, як зазначається в дослідженнях [2, 4], виступає теорія масового обслуговування, що дає можливість наперед підрахувати час очікування клієнтів та ймовірність відмови в наданні послуг під впливом цифровізації.

Узагальнюючи результати існуючих симуляцій, можна виокремити три базові сценарії еволюції банківської інфраструктури, порівняльна характеристику яких я навів в Таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз сценаріїв цифровізації банківської інфраструктури

Розвиток інфраструктури	**Характеристика моделі**	**Переваги**	**Ризики та необхідні умови**
Традиційна модель	Повне збереження мережі фізичних відділень.	Гарантує лояльність консервативного сегмента клієнтів, що уникає цифровізації.	Високі фінансові витрати на утримання приміщень та персоналу.
Радикальна цифровізація	Перехід виключно на цифрові канали та додатки з мінімізацією фізичної присутності.	Суттєве скорочення витрат на утримання фізичної частини банку.	Ризик системних відмов та фінансових втрат. Вимагає обов'язкового реінвестування у сервери та кібербезпеку.
Гібридний підхід	Поступове скорочення кількості фізичних відділень.	Дозволяє здійснити поетапний перехід до необанкінгу.	Ризик перетнути критичну межу відтоку клієнтів, які надають перевагу живому спілкуванню.

Традиційна модель передбачає повне збереження мережі фізичних відділень, що гарантує лояльність консервативного сегмента клієнтів. Сценарій радикальної цифровізації мінімізує витрати на фізичну інфраструктуру, однак вивільнені ресурси необхідно реінвестувати у серверні потужності та кібербезпеку: симуляції пікових навантажень доводять, що без таких вкладень ризик системних відмов повністю нівелює переваги необанкінгу. Гібридний підхід передбачає поступове скорочення відділень, але результати моделювання підтверджують існування критичної межі, після якої частина клієнтів відмовляється від цифрових інтерфейсів на користь живого спілкування.

Висновок. На основі проведеного аналізу досліджень я можу зазначити, що найбільш репрезентативні імітаційні моделі трансформації банків повинні враховувати не лише класичні фінансові показники та час обслуговування, а й такі фактори як поведінка клієнтів та їхній “психологічний опір” до переходу на цифрові додатки. Інтегрувавши такі параметри в алгоритми індивідуально-орієнтованого моделювання, це дозволить фінансовим установам значно точніше розуміти те, чи буде відтік клієнтської бази та чому. Зокрема, як підтверджують результати симуляцій, при впровадженні гібридного сценарію критично важливо не перетнути межу, за якою скорочення фізичних відділень спровокує втрату консервативної аудиторії. Водночас, при виборі сценарію радикальної цифровізації, зекономлені на утриманні приміщень ресурси мають бути обов'язково перенаправлені на масштабування серверної інфраструктури та посилення кібербезпеки для запобігання системним збоям під час пікових навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sonderegger-Wakolbinger L. M., Stummer C. An agent-based simulation of customer multi-channel choice behavior. Central European Journal of Operations Research. 2015. Vol. 23, No. 2. P. 459–477.
2. Reyes-Rubiano L., Amaya I. Y., Mayorga D. M. How does technological innovation impact the service time and the attraction of new customers in the financial sector? Evidence from an emerging economy. Operations Management Research. 2024. P. 1–18.
3. Ndabarishye P., Singh A. K. Understanding Customer Churn in Retail Banking through Explainable Predictive Analytics: Evidence of a Product Paradox. Journal of Computing Theories and Applications. 2026. Vol. 3, No. 4. P. 473–486.
4. Ojehomon O. G., Cichorska J., Michnik J. Cyber Risk Management of API-Enabled Financial Crime in Open Banking Services. Entropy. 2026. Vol. 28, No. 2. P. 163.

УДК 004.9:339.138

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ SEMRUSH В ОНЛАЙН-БІЗНЕСІ

Маляренко Р.В., науковий керівник Костенко І.С.

Актуальність. У сучасній цифровій економіці онлайн-бізнес характеризується високою конкуренцією та стрімким розвитком технологій. Більшість компаній використовують інтернет як основний канал взаємодії з клієнтами, що підвищує значення аналізу цифрових даних. Зростання обсягів інформації потребує застосування сучасних аналітичних інструментів для обробки та інтерпретації даних.

Мета: дослідження можливостей SEMrush як інструменту аналізу ринку та підвищення ефективності онлайн-бізнесу.

SEMrush є комплексною платформою цифрової аналітики, що об'єднує інструменти SEO, аналізу конкурентів, дослідження ключових слів та оцінки ефективності маркетингових кампаній. Використання даного сервісу дозволяє підприємствам отримувати точні дані про позиції сайту, поведінку користувачів та структуру трафіку.

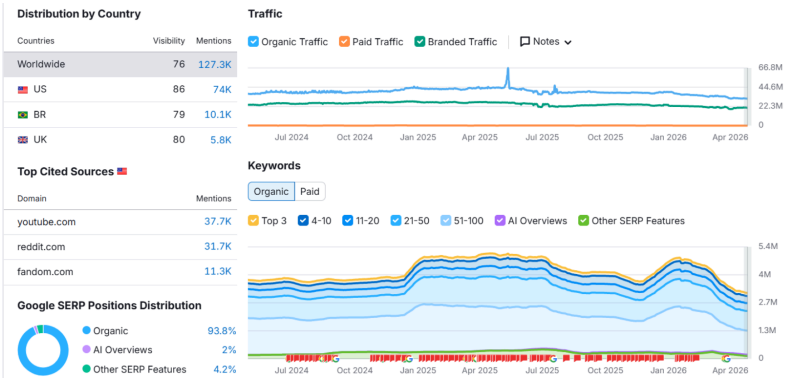


Рис. 1 Загальний аналіз трафіку та ключових показників сайту store.epicgames.com у SEMrush

Завдяки функції Domain Overview користувач може оцінити загальний трафік сайту, співвідношення органічного та платного трафіку, а також динаміку змін відвідуваності. Це дозволяє визначити ефективність маркетингової стратегії та виявити тенденції розвитку бізнесу. Аналіз географії трафіку дає можливість визначити ключові ринки та адаптувати бізнес-стратегію під конкретні регіони.

Окрему увагу варто приділити аналізу ключових слів, який дозволяє визначити запити, за якими користувачі знаходять сайт. Це дає змогу оцінити попит на продукцію та сформувати релевантний контент. SEMrush також надає можливість аналізу конкурентів, що дозволяє визначити їх сильні та слабкі сторони.

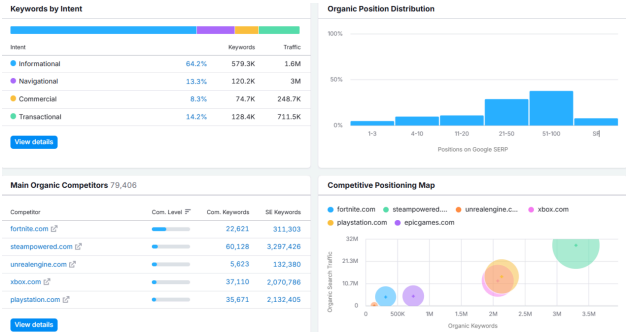


Рис. 2 Аналіз конкурентного середовища сайту store.epicgames.com у SEMrush

Інструмент Competitive Positioning Map дозволяє візуалізувати положення компанії відносно конкурентів за рівнем трафіку та кількістю ключових слів. Це є важливим для стратегічного планування та визначення напрямків розвитку. Аналіз показує, що великі платформи мають значні обсяги трафіку, що створює високий рівень конкуренції.

Крім того, SEMrush дозволяє здійснювати аудит сайту, виявляючи технічні помилки, які можуть впливати на позиції у пошукових системах. Це сприяє покращенню SEO-оптимізації та підвищенню видимості ресурсу. Також платформа дозволяє аналізувати рекламні кампанії та ефективність використання бюджету.

Висновки. Проведений аналіз показав, що трафік сайту store.epicgames.com формується переважно за рахунок органічного пошуку (близько 90–95%), що свідчить про ефективну SEO-стратегію. Платний трафік займає незначну частку, що дозволяє зменшити витрати на рекламу. Основними джерелами відвідуваності є розвинені країни, зокрема США. Аналіз конкурентного середовища підтвердив високий рівень конкуренції з боку таких платформ як Steam, PlayStation та Xbox. Використання SEMrush дозволяє своєчасно виявляти зміни ринку, оцінювати конкурентів та формувати ефективні маркетингові рішення, що є важливим фактором успіху онлайн-бізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. semrush.com [Електронний ресурс]: «SEMrush – SEO та маркетингова платформа». – Режим доступу: https://www.semrush.com/ (дата звернення: 26.04.2026).
2. semrush.com [Електронний ресурс]: «SEMrush Knowledge Base». – Режим доступу: https://www.semrush.com/kb/ (дата звернення: 26.04.2026).
3. Chaffey D. Digital Marketing Analytics. – London: Pearson, 2023.
4. HubSpot [Електронний ресурс]: «Digital Marketing Statistics and Trends». – Режим доступу: https://blog.hubspot.com/marketing (дата звернення: 26.04.2026).

УДК 004.94:330.47

ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ (DIGITAL TWINS) В ЕКОНОМІЦІ

Мельник А.І., науковий керівник Коваль Т.В.

У сучасних умовах цифровізації економіки підприємства активно впроваджують новітні інформаційні технології для підвищення ефективності управління та конкурентоспроможності. Однією з таких технологій є цифрові двійники, які дозволяють створювати цифрові моделі об’єктів і процесів для їх аналізу, прогнозування та оптимізації. Використання цифрових двійників сприяє зниженню витрат, підвищенню продуктивності та забезпечує прийняття обґрунтованих управлінських рішень, що робить дослідження цієї технології актуальним у сучасній економіці.

Сучасний розвиток економіки характеризується стрімкою цифровізацією та впровадженням інноваційних технологій. Однією з ключових технологій цифрової економіки є технологія цифрових двійників, яка дозволяє створювати цифрові копії фізичних об’єктів, процесів або систем для їх аналізу, прогнозування та оптимізації [1]. Цифровий двійник - це цифрова модель реального об’єкта або процесу, яка використовується для аналізу, прогнозування та управління [1].

Технологія цифрових двійників базується на інтеграції сучасних інформаційних технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту, хмарних обчислень, аналізу великих даних і математичного моделювання. Завдяки цим технологіям створюється цифрова модель, яка взаємодіє з реальним об’єктом та відображає його поведінку.



Рис. 1 Схема взаємодії фізичного об’єкта та цифрового двійника

Цифрові двійники використовуються для аналізу стану систем, прогнозування можливих змін, оптимізації процесів, зниження витрат і підвищення продуктивності. Використання цифрових двійників дозволяє підприємствам отримувати точні дані про функціонування систем і приймати обґрунтовані управлінські рішення, а також забезпечує можливість прогнозування ризиків та підвищення ефективності управління економічними процесами [2].

Цифрові двійники активно використовуються в різних галузях економіки, зокрема у промисловості, транспорті та логістиці [3]. У промисловості цифрові двійники застосовуються для моделювання виробничих процесів, контролю якості продукції,

прогнозування поломок обладнання та оптимізації виробництва. У транспортній сфері цифрові двійники використовуються для планування маршрутів, управління транспортними потоками, прогнозування навантаження та зниження витрат на перевезення. Перевагами використання цифрових двійників є підвищення ефективності управління, зменшення витрат і підвищення точності прогнозування. Використання цифрових двійників сприяє переходу до нової моделі економіки, яка базується на даних, інноваціях і цифрових технологіях [4].

Цифрові двійники також сприяють розвитку цифрової трансформації підприємств та автоматизації управлінських процесів. Вони дозволяють створювати більш точні прогнози розвитку економічних систем на основі великих масивів даних. Крім того, їх використання підвищує швидкість прийняття рішень у складних економічних умовах. У перспективі ця технологія стане ключовим елементом інтелектуальних економічних систем.

Висновок

Отже, технологія цифрових двійників є важливим інструментом розвитку сучасної цифрової економіки та ефективного управління підприємствами. Вона дозволяє здійснювати моделювання економічних процесів, аналізувати роботу систем у режимі реального часу та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Використання цифрових двійників сприяє підвищенню продуктивності праці, оптимізації використання ресурсів і зменшенню витрат підприємств.

Подальші дії можуть бути спрямовані на впровадження цифрових двійників у діяльність підприємств різних галузей економіки, розвиток методів математичного моделювання економічних процесів, інтеграцію технологій штучного інтелекту та аналізу великих даних для підвищення точності прогнозування. Також перспективним напрямом є дослідження ефективності використання цифрових двійників у реальних економічних системах та розробка практичних рекомендацій щодо їх впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Digital twin — Wikipedia. 2025.
2. Васьківський В. О., Горовий Я. М., Смолій В. В. Технології Digital Twins у системах управління аграрними проектами. Інформаційні технології в економіці та природокористуванні. 2025.
3. Савчин В. Цифрові двійники як управлінська технологія у збереженні довкілля. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. 2025.
4. Мержинський Є., Бирський В., Хорошун В. Аналіз програмних платформ для створення цифрових двійників в галузях економіки. Економіка та суспільство. 2025.

УДК 004.8:004.85:004.032.26

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ LSTM-МЕРЕЖ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Якушин А.О., науковий керівник Негрей М.В.

Вступ. Сучасні багаторівневі системи управління – корпоративні, адміністративні, IT-оркестраційні – характеризуються високим ступенем децентралізації процесів прийняття рішень, нерівномірністю розподілу інформаційних потоків та асинхронністю їх обробки [1,2]. Однією з ключових проблем є наявність часових лагів між формуванням управлінського впливу на стратегічному рівні та його реалізацією на операційному рівні, а також затримки зворотного зв'язку, що суттєво ускладнює прогнозування результативності управлінських дій [3].

Традиційні методи аналізу ієрархічних систем – регресійний аналіз, авторегресійні моделі (ARIMA), марковські процеси – демонструють обмежену ефективність у задачах моделювання довготривалих залежностей у часових рядах, особливо за наявності нелінійних зворотних зв'язків та стохастичних збурень [4,5]. Імітаційне моделювання, хоч і дозволяє відтворювати складну поведінку системи, не забезпечує автоматичного виявлення прихованих патернів у динаміці показників ефективності [5].

У цьому контексті актуальним є синтез імітаційного моделювання, що генерує сценарії функціонування складної системи, із методами глибинного навчання, здатними виявляти латентні закономірності у великих обсягах даних [5]. Особливу перспективу становлять рекурентні нейронні архітектури типу LSTM (Long Short-Term Memory), які довели свою ефективність у задачах прогнозування часових рядів із довготривалими залежностями [4].

Метою роботи є розроблення та експериментальна верифікація гібридного підходу до прогнозування ефективності управлінських рішень у багаторівневих системах на основі інтеграції дискретно-подієвого імітаційного моделювання та LSTM-мереж. Розглядається багаторівнева ієрархічна система управління, що складається з трьох рівнів: стратегічного, тактичного та операційного. Кожен рівень характеризується множиною агентів, функцією корисності та правилами комунікації з суміжними рівнями. Управлінське рішення, прийняте на вищому рівні в момент часу t, впливає на нижчі рівні із часовим лагом τ, тобто фактична реалізація рішення спостерігається в момент $t+\tau$. Зворотний зв'язок (показники виконання) також надходить із затримкою δ. Таким чином, динаміка системи описується різницевими рівняннями із запізненням.

Запропонований підхід реалізовано у вигляді трирівневої модульної архітектури. Перший модуль – імітаційне ядро, яке базується на парадигмі дискретно-подієвого моделювання (DES) та реалізоване із застосуванням бібліотеки SimPy (мова Python). Модель описує поведінку агентів трьох рівнів: стратегічний рівень генерує управлінські директиви на основі глобальної цільової функції з періодом прийняття рішень 5 тактів; тактичний здійснює алокацію ресурсів між виконавцями відповідно до отриманих директив з періодом 2 такти; операційний виконує завдання із заданою продуктивністю та стохастичними відхиленнями. Формалізація включає функції корисності, правила інформаційного обміну (сповіщення, запити, звіти), параметри часових затримок передачі директив вниз та передачі звітів вгору.

Другий модуль – нейромережевий предиктор на основі LSTM. Застосовано рекурентну нейронну мережу архітектури LSTM, яка забезпечує ефективне моделювання довгострокових залежностей у часових рядах завдяки механізмам керованого запам'ятовування (вхідний, забуваючий та вихідний шлюзи). Архітектура

LSTM включає вхідний шар із вікном ретроспективи 10 тактів (10 попередніх значень), два приховані шари LSTM по 64 нейрони кожен, dropout 0,2 для запобігання перенавчанню та повнозв'язний вихідний шар (1 нейрон) з лінійною функцією активації. Вхідними даними є нормалізовані часові послідовності станів системи (рівень завантаження ресурсів, кількість виконаних завдань, відхилення від плану), згенеровані імітаційним модулем. Навчання виконується методом зворотного поширення помилки в часі (BPTT) з оптимізатором Adam (learning rate = 0,001) протягом 200 епох. Третій модуль – інтеграційний, реалізований у вигляді REST API (FastAPI) для забезпечення взаємодії із зовнішніми системами підтримки прийняття рішень (DSS). Модуль підтримує передачу поточного стану системи у форматі JSON, отримання прогнозу ефективності для заданого набору альтернативних рішень та реєстрацію фактичних значень для подальшого донавчання моделі (online learning).

Параметризацію здійснено на синтетичному наборі даних, що моделюють типовий управлінський цикл «планування – виконання – контроль – корекція» для трирівневої системи типу «центр – підрозділи – виконавці». За допомогою імітаційного ядра згенеровано 2500 незалежних сценаріїв тривалістю 100 тактів кожен. Варійовані параметри: часовий лаг передачі директив $\tau \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ тактів; затримка зворотного зв'язку $\delta \in \{1, 2, 3\}$ такти; рівень стохастичного шуму (дисперсія продуктивності виконавців) $\sigma^2 \in \{0.05, 0.10, 0.15\}$. Дані розділено на навчальну (70%), валідаційну (15%) та тестову (15%) вибірки. Нормалізація виконана методом min-max scaling. Для оцінювання якості прогнозу використано метрики MAPE (середня абсолютна відсоткова похибка), коефіцієнт детермінації R^2 та RMSE (середньоквадратична похибка). Верифікація проводилася методом k-кратної крос-валідації ($k = 5$) із усередненням результатів.

Програмну реалізацію виконано мовою Python 3.10 із використанням SimPy для дискретно-подієвого імітаційного ядра, TensorFlow/Keras для реалізації LSTM-мережі, Pandas та NumPy для обробки даних, FastAPI та Uvicorn для REST API, Docker для контейнеризації. Розроблений прототип підтримує сценарний аналіз типу what-if, що дозволяє оцінювати потенційні ризики управлінських рішень до їх впровадження. Інтерфейс користувача реалізовано у вигляді веб-дашборду (Streamlit) для візуалізації прогнозів. Експериментальне тестування проведено на модельних даних управління IT-портфелем (розподіл розробницьких ресурсів між 10 проектами з різними пріоритетами). Тестування тривалістю 50 віртуальних днів показало зниження частоти помилкових рішень (перевищення бюджету або зрив дедлайну) на 22% порівняно з традиційними евристичними методами (FIFO, EDF) та скорочення часу узгодження рішень між рівнями на 34% завдяки можливості попереднього прогнозування наслідків.

Висновки. Розроблений гібридний підхід дозволяє суттєво підвищити якість прогнозування в багаторівневих системах з часовими лагами. Перспективи подальших досліджень включають адаптацію моделі до роботи в реальному часі з потоковими даними та впровадження механізмів онлайн-навчання LSTM для динамічної підстройки під зміну умов середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hochreiter S. Long Short-Term Memory / S. Hochreiter, J. Schmidhuber // Neural Computation. – 1997. – Vol. 9, No. 8. – P. 1735–1780.
2. Banks J. Discrete-Event System Simulation / J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, D. M. Nicol. – 5th ed. – London : Pearson, 2014. – 560 p.
3. Box G. E. P. Time Series Analysis: Forecasting and Control / G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel, G. M. Ljung. – 5th ed. – Hoboken : Wiley, 2015. – 712 p.
4. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge : MIT Press, 2016. – 800 p.
5. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. / В. Ф. Ситник. – Київ : КНЕУ, 2019. – 428 с.

УДК 004.04

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ

Стецик М. В., науковий керівник Рогоза Н. А.

Актуальність теми зумовлена необхідністю стабілізації економіки України в умовах воєнного стану та подальшої євроінтеграції. Зовнішньоекономічна діяльність є ключовим каналом надходження валютних ресурсів та технологічного оновлення, проте вона критично залежить від макроекономічної стабільності. Моделювання цих процесів дозволяє прогнозувати реакцію експортно-імпортних потоків на зміни внутрішньої та зовнішньої кон'юнктури.

До основних макроекономічних факторів впливу на ЗЕД відносять: темпи економічного зростання, рівень інфляції, валютний курс, обсяг прямих іноземних інвестицій, стан платіжного балансу, рівень державного боргу, а також зовнішньоекономічну та торговельну політику держави. Окремо варто враховувати вплив глобальних факторів — світові економічні кризи, геополітичні конфлікти, зміни кон’юнктури світових ринків та посилення протекціонізму.

У межах дослідження впливу макроекономічних факторів на зовнішньоекономічну діяльність України проаналізовано динаміку експорту та імпорту товарів і послуг у відсотках до ВВП за період 2015–2025 років.

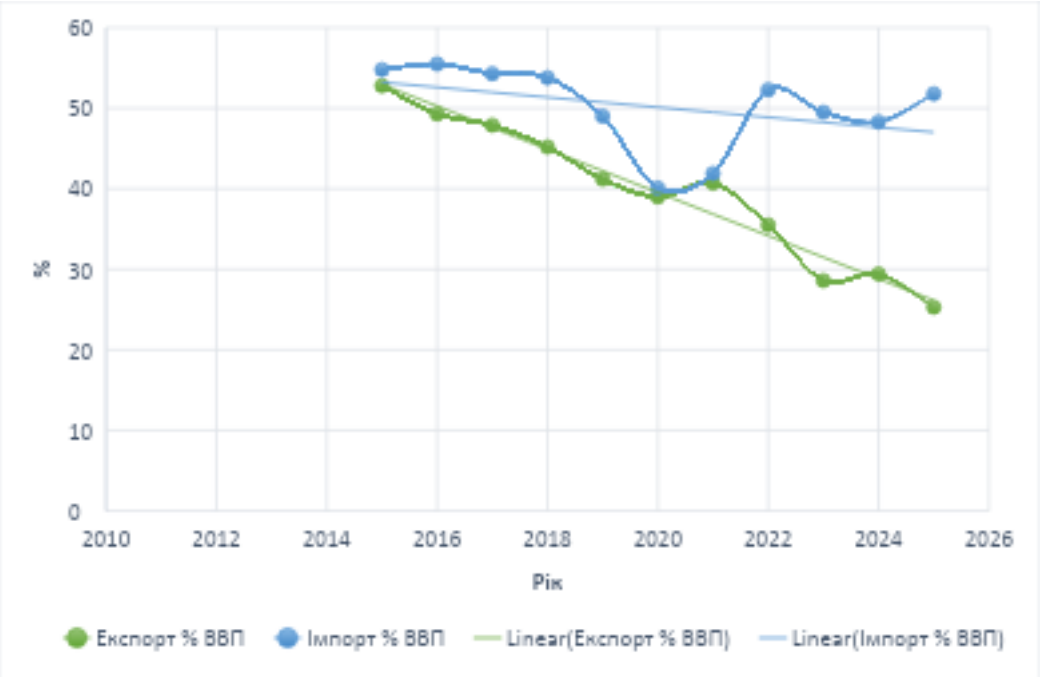


Рис. 1 Експорт та імпорт товарів і послуг у % від ВВП (2015–2025) [1]

За трендовими моделями експорту та імпорту (рис.1) спостерігається різноспрямована динаміка зовнішньоекономічної діяльності України: для експорту отримано рівняння спадного лінійного тренду $y = -2,6809x + 5455$з високим коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,9653$, що свідчить про дуже сильну відповідність моделі реальним даним і стійку тенденцію до зниження експортних показників у часі, тоді як для імпорту тренд $y = -0,6209x + 1304,4$має значно нижчу пояснювальну здатність ($R^2 = 0,1616$), що вказує на слабку лінійну залежність і більш хаотичні коливання імпорту під впливом короткострокових факторів; таким чином, експорт демонструє більш структуровану довгострокову тенденцію змін, тоді як імпорт є менш прогнозованим і суттєво залежить від зовнішніх та кон’юнктурних шоків.

Суттєвий вплив на зовнішньоекономічну діяльність України мають глобальні шоки та воєнно-політичні чинники, які порушують логістичні ланцюги, скорочують експорт окремих галузей (зокрема металургії та агросектору) та змінюють географію торговельних партнерів. У відповідь відбувається переорієнтація експорту на ринки ЄС та інших країн, що посилює значення євроінтеграційних процесів.

Ключовими макроекономічними факторами є ВВП, інфляція, валютний курс і прямі іноземні інвестиції. Зростання ВВП підсилює експортний потенціал, тоді як спад його обмежує; інфляція впливає на собівартість і конкурентоспроможність; валютний курс визначає баланс експорту та імпорту; а ПІІ сприяють модернізації економіки й розвитку високотехнологічних галузей.

Для дослідження впливу макроекономічних факторів на ЗЕД доцільно використовувати економіко-математичні моделі, зокрема регресійний аналіз. Такі моделі дозволяють оцінити ступінь залежності обсягів експорту та імпорту від ключових макроекономічних показників і прогнозувати їх динаміку. Це дає можливість формувати більш ефективну державну політику у сфері зовнішньої торгівлі та інвестицій [2].

Практичне значення моделювання полягає у можливості оцінки сценаріїв розвитку ЗЕД залежно від зміни макроекономічних умов. Це дозволяє уряду та бізнесу приймати більш обґрунтовані рішення щодо експортної стратегії, інвестиційної політики та управління ризиками.

Отже, моделювання впливу макроекономічних факторів є важливим інструментом аналізу та прогнозування розвитку зовнішньоекономічної діяльності України. Воно дозволяє виявити ключові драйвери зростання, оцінити ризики та сформувати стратегічні напрями підвищення конкурентоспроможності національної економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Bank. World Development Indicators [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://data.worldbank.org/ – Дата звернення: 27.04.2026.
2. Нємченко В., Скляр Л., Максименко М. Особливості здійснення ЗЕД України в умовах глобальних викликів // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2025. DOI: 10.31891/2307-5740-2025-342-3(1)-56 - Дата звернення: 27.04.2026.

УДК 004.04

ОЦІНКА ПОЗИТИВНОГО ВПЛИВУ ТА РИЗИКІВ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Терлецька І. О., науковий керівник Клименко Н.А.

Вступ. Сучасний стан глобального розвитку визначається переходом до нової економічної парадигми - «Індустрії 4.0», де цифрова трансформація виступає головним чинником забезпечення конкурентоспроможності національних господарств. Для України процеси цифровізації стали не лише інструментом модернізації, а й фундаментом економічної стійкості в умовах воєнного стану. Проте, поряд із позитивними ефектами, виникають системні ризики: від загрози кібератак до поглиблення цифрового розриву. Метою даного дослідження є кількісне оцінювання впливу цифрових факторів на продуктивність праці та ідентифікація місця України у європейському цифровому просторі.

Методологія дослідження. У роботі використано комплекс методів економіко-математичного моделювання. Для оцінки впливу чинників цифровізації на ВВП на одного зайнятого (як індикатора продуктивності) застосовано багатофакторний регресійний аналіз (МНК). Для порівняльного аналізу рівнів цифровізації країн Європи використано метод кластеризації k-середніх (алгоритм Хартігана-Вонга). Інформаційною базою слугували дані Світового банку та Worldwide Governance Indicators за період 2010–2020 рр.

Результати. На першому етапі було побудовано економетричну модель, що описує залежність ВВП на одного зайнятого (Y) від рівня проникнення мобільного зв'язку (X1), інноваційної активності (патенти, X3), ефективності уряду (X4) та рівня безробіття (X5). Після усунення проблеми мультиколінеарності було отримано рівняння регресії: $Y = 67738{,}9 – 45{,}24X_1 – 1{,}24X_3 + 1571{,}64X_4 – 2387{,}96X_5$

Коефіцієнт детермінації $R^2=0{,}6848$ підтверджує достатню якість моделі. Аналіз показав, що найбільш вагомим фактором впливу в досліджуваний період був рівень безробіття (Р-значення = 0,029), що свідчить про домінування макроекономічної кон’юнктури над технологічними чинниками в умовах кризових явищ. Статистична незначущість факторів інфраструктури та патентів пояснюється наявністю часових лагів: цифрові інвестиції потребують 3–5 років для трансформації в реальний приріст продуктивності.

На другому етапі проведено кластерний аналіз 30 країн Європи за показниками доступності інфраструктури, якості покриття 4G та цифрових навичок населення. За допомогою методу «ліктя» було визначено оптимальну кількість кластерів (k=2). Результати візуалізації дозволили зробити важливий висновок: Україна є «статистичним викидом» (outlier).

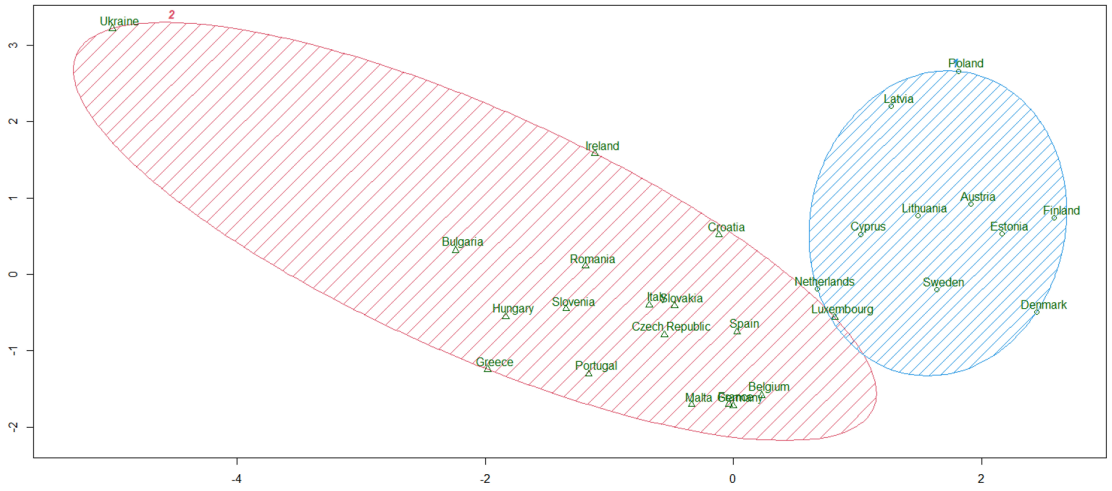


Рис. 1 Кластеризація країн Європи за рівнем цифровізації

Унікальність позиції України полягає у диспропорції: країна має надзвичайно високий рівень людського капіталу (1-ше місце у світі за грамотністю дорослого населення згідно з індексом NRI) при відносно низькому рівні інвестицій у цифрову інфраструктуру та низькій макроекономічній стабільності. Це створює ситуацію «цифрового парадоксу», коли потенціал кадрів не може бути повністю реалізований через інституційні бар'єри.

Ризики та загрози. Проведений SWOT-аналіз дозволив виділити ключові загрози цифрової трансформації для України:

1. **Економічні:** концентрація ринкової влади великих платформ та ризик монополізації за принципом «winner-take-all».
2. **Соціальні:** зростання структурного безробіття внаслідок автоматизації рутинних процесів у промисловості.
3. **Безпекові:** критична залежність державних реєстрів від кіберзахисту в умовах ведення гібридної війни.

Висновки. Цифрова трансформація в Україні має високий потенціал, реалізація якого стримується макроекономічною нестабільністю. Моделювання підтвердило, що для отримання позитивного ефекту від впровадження технологій необхідне забезпечення інституційної ефективності уряду (коефіцієнт +1571,64 у моделі). Стратегічним пріоритетом має стати не лише розбудова інфраструктури, а й конвертація високого рівня цифрових навичок населення у створення власних інноваційних продуктів через екосистеми типу «Дія.City». Подальша інтеграція до Єдиного цифрового ринку ЄС дозволить мінімізувати ризик ізоляції та прискорити технологічне відновлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Crown Business, 2017. 192 p.
2. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. McGraw-Hill, 1996. 342 p.
3. Parker G. G., Van Alstyne M. W., Choudary S. P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy. W. W. Norton & Company, 2016. 352 p.
4. Вергал К. Ю. Загрози та ризики цифрової трансформації економіки. Економіка і регіон. 2021. № 2 (81). С. 58-64.
5. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки. URL: https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/new-version-digital-strategy.pdf.

УДК 004.04

АНАЛІЗ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ НА ТОВАРИ ТА ПОСЛУГИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Терещенко Ю.О., науковий керівник Костенко І. С.

Актуальність. У сучасних умовах цифрової трансформації економіки України особливої ваги набуває питання зміни механізмів формування споживчого попиту. Активне впровадження електронної комерції, розвиток соціальних мереж і цифрових платформ, а також зростання ролі інтернет-маркетингу сприяють формуванню нових моделей споживчої поведінки. Водночас на динаміку попиту істотно впливають макроекономічні чинники - рівень інфляції, доходи населення, купівельна спроможність, споживча довіра тощо. Саме тому аналіз споживчого попиту в умовах цифрової економіки є актуальним завданням, що дозволяє виявити взаємозв'язок між економічними процесами та цифровими трендами розвитку ринку.

Мета дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу споживчого попиту на товари та послуги в Україні в контексті цифровізації економіки, з урахуванням впливу макроекономічних показників і цифрових чинників, таких як зростання частки онлайн-торгівлі, поведінкові зміни споживачів та активність електронних платформ.

Для досягнення мети використано економіко-математичні методи, аналіз статистичних показників, побудову таблиць і графіків динаміки основних факторів, що впливають на формування попиту. Статистичну базу дослідження становлять офіційні дані Державної служби статистики України, Національного банку України та Світового банку за 2020-2024 рр. Зокрема, для оцінки макроекономічних умов використано індекс споживчих цін (CPI), рівень кінцевих споживчих витрат населення, а також частку електронної комерції у загальному обсязі продажів.

Таблиця 1. Динаміка основних макроекономічних показників та цифрових чинників в Україні, 2020–2024 рр.

Рік	**Інфляція, споживчих цін, %**	**Частка онлайн-покупців, %**	**Кінцеві споживчі витрати, млрд дол. США**
2020	2,7	12,3	145
2021	9,4	18,8	173,5
2022	20,2	18,7	169,11
2023	12,8	19,4	186,36
2024	6,5	20,1	191,29

Джерело: розробка авторів на основі [1,2,3]

Таблиця 1 демонструє, що протягом 2020-2024 рр. відбулися суттєві коливання інфляції та споживчих витрат, що безпосередньо впливали на купівельну активність населення. Паралельно спостерігається стійке зростання частки онлайн-торгівлі, яка збільшилася з 12% у 2020 р. до понад 20% у 2024 р. Така тенденція свідчить про посилення ролі цифрових каналів продажу в структурі внутрішнього ринку.

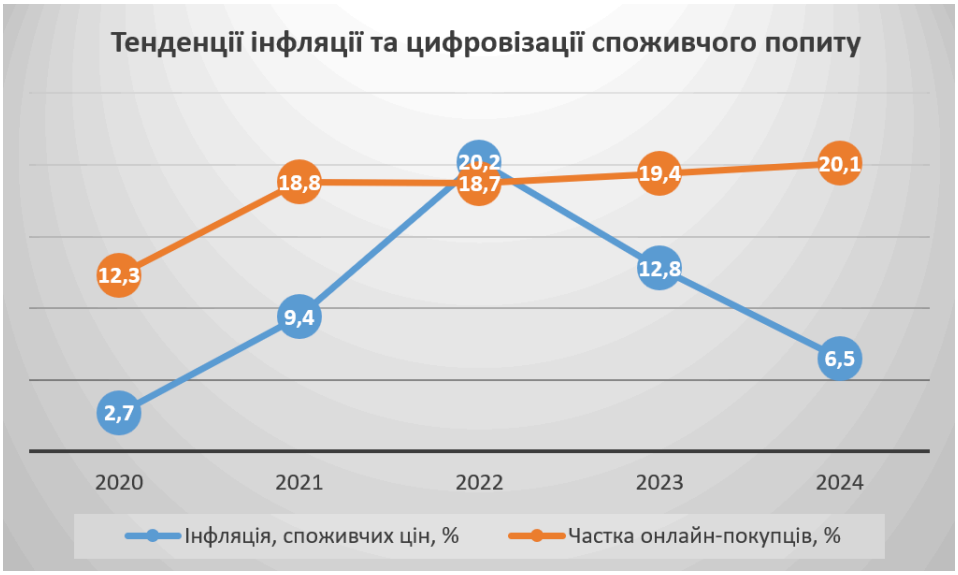


Рис. 1 Динаміка індексу споживчих цін та частки онлайн-торгівлі в Україні у 2020–2024 рр.

На рис. 1 простежується чітка тенденція поступового відновлення споживчої активності після кризових явищ 2022 р., що пояснюється адаптацією підприємств до нових умов, цифровізацією бізнес-моделей і зростанням довіри споживачів до онлайн-покупок. Водночас високі темпи інфляції у 2022 р. суттєво знизили реальні доходи населення, що тимчасово пригальмувало розвиток внутрішнього попиту.

Висновки. Результати аналізу свідчать, що цифровізація економіки України позитивно впливає на розвиток споживчого попиту, стимулюючи зростання внутрішнього ринку та підвищення ефективності торговельних процесів. Водночас підтримання макроекономічної стабільності, стримування інфляції та підвищення доходів населення залишаються ключовими передумовами подальшого зростання споживчої активності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національний Банк України URL: https://bank.gov.ua
2. RAU URL : https://rau.ua/novyni/trendi-e-com-2024
3. World bank group URL :https://www.worldbank.org/ext/en/home

УДК 330.4:314

ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

Стадійчук В.С., науковий керівник Коваль Т.В.

Демографічні процеси відіграють ключову роль у формуванні соціально-економічного розвитку держави, оскільки визначають чисельність населення, його вікову структуру та трудовий потенціал. В умовах сучасних викликів, зокрема військових дій, економічної нестабільності та глобалізаційних змін, проблема прогнозування демографічної ситуації в Україні набуває особливої актуальності.

У роботі здійснено аналіз демографічної ситуації в Україні за період 2018–2022 рр. (табл. 1). Дані свідчать про стійку тенденцію до скорочення чисельності населення, що зумовлено від'ємним природним приростом та значними міграційними втратами. Особливо негативний вплив мають військові дії, які спричинили масову зовнішню міграцію, зниження народжуваності та погіршення демографічної структури.

Таблиця 1. Динаміка основних демографічних показників в Україні

Рік	Народжуваність (на 1000 осіб)	Смертність (на 1000 осіб)	Природний приріст
2018	8,7	14,8	-6,1
2019	8,1	14,7	-6,6
2020	7,8	15,9	-8,1
2021	7,3	16,7	-9,4
2022	6,5	17,0	-10,5

З метою прогнозування динаміки народжуваності в роботі було застосовано метод експоненційного згладжування Хольта. Даний метод дозволяє врахувати лінійний тренд та стохастичні коливання ряду даних. Прогнозну модель побудовано на основі розрахунку рівня ряду та значення тренду:

1. $S_t = \text{alpha}\ y_t + (1 - \text{alpha})(S_{t-1} + T_{t-1})$ — згладжений рівень;
2. $T_t = \text{beta}\ (S_t - S_{t-1}) + (1 - \text{beta})T_{t-1}$ — значення тренду.

Графічна реалізація прогнозу народжуваності за методом Хольта наочно демонструє продовження негативної тенденції у короткостроковій перспективі.

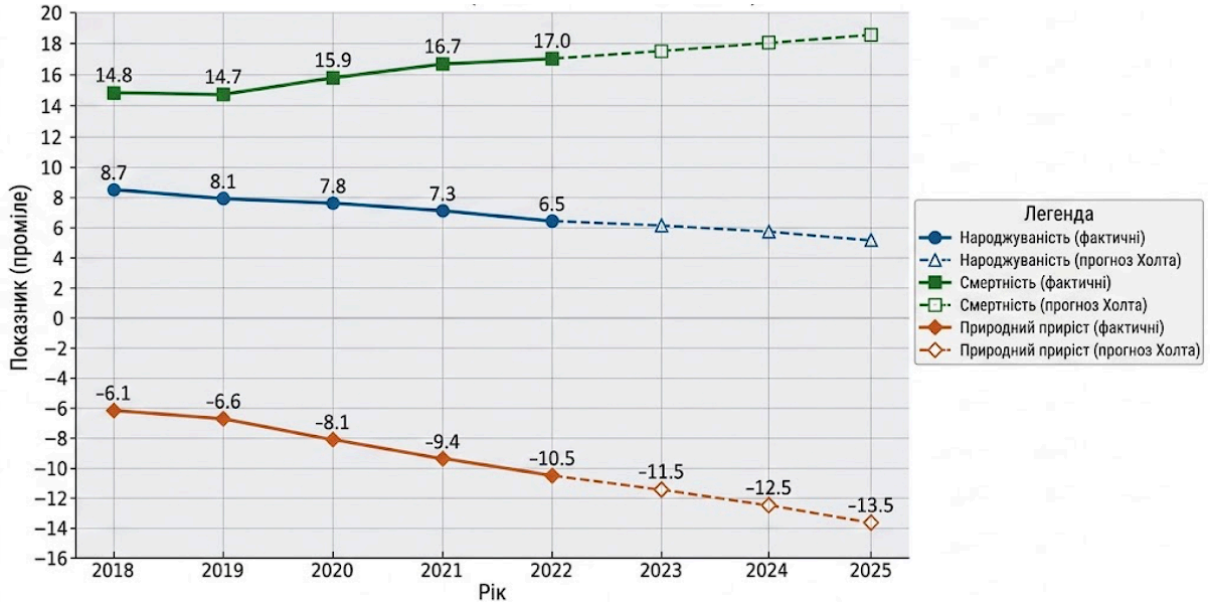


Рис. 1 Динаміка демографічних показників

Результати прогнозування підтверджують наявність глибокої демографічної кризи в Україні. Основними причинами негативних тенденцій є соціально-економічна

нестабільність, зниження рівня доходів населення та наслідки військових дій. Це призводить до зменшення частки працездатного населення та посилення процесів старіння.

Стабілізація ситуації потребує комплексної державної політики: фінансової підтримки сімей, розвитку житлових програм для молоді та створення умов для повернення мігрантів. Таким чином, застосування методів прогнозування дозволяє сформувати обґрунтовану базу для прийняття ефективних управлінських рішень у сфері демографічної політики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua
2. Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України. URL: http://www.idss.org.ua
3. World Bank. World Development Indicators. URL: https://data.worldbank.org
4. United Nations. World Population Prospects 2024.
5. Eurostat. Demographic statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat

УДК 331.556

АНАЛІЗ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІГРАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В УКРАЇНІ У ЗВ'ЯЗКУ З ПАНДЕМІЄЮ ТА ВОЄННИМ СТАНОМ

Гречанюк В.Р., керівник Галаєва Л.В.

Актуальність дослідження. У роботі обґрунтовано, що міграційні процеси є важливим чинником соціально-економічного розвитку держави та формування ринку праці. Встановлено, що для України проблема міграції набула особливої актуальності внаслідок сукупного впливу кризових явищ, зокрема подій 2014 року, пандемії COVID-19 та повномасштабної війни 2022 року. Доведено, що зазначені фактори спричинили суттєві зміни у масштабах, напрямках і структурі міграційних потоків, зокрема зростання кількості внутрішньо переміщених осіб та активізацію зовнішньої вимушеної міграції.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є аналіз трансформації міграційних потоків в Україні під впливом пандемії COVID-19 та воєнного стану.

Основні результати дослідження. У результаті аналізу статистичних даних встановлено, що демографічний розвиток України характеризується негативними тенденціями протягом усього досліджуваного періоду.

По-перше, природний приріст населення має стабільно від'ємне значення (Рис.1). Це означає, що рівень смертності перевищує рівень народжуваності. Основними причинами цього є старіння населення, низька народжуваність, погіршення стану здоров'я населення, а також соціально-економічні труднощі.



Рис. 1 Зміни природного приросту населення у 1991–2024рр.

По-друге, значний вплив на чисельність населення має міграція. У 1990-х роках спостерігалися значні міграційні потоки, зокрема виїзд населення за кордон у пошуках кращих умов життя. У наступні роки міграційні процеси дещо стабілізувалися, однак після 2014 року знову посилилися через політичну та економічну нестабільність.

Особливо різкі зміни відбулися після 2022 року, коли через воєнні дії значна частина населення була змушена залишити свої домівки (Рис.2).

Це спричинило суттєве зростання як внутрішньої, так і зовнішньої міграції. Водночас різко знизився рівень економічної активності, що відобразилося на показнику ВВП на душу населення.

Аналіз динаміки ВВП на душу населення показав, що економічний розвиток України є нестабільним.

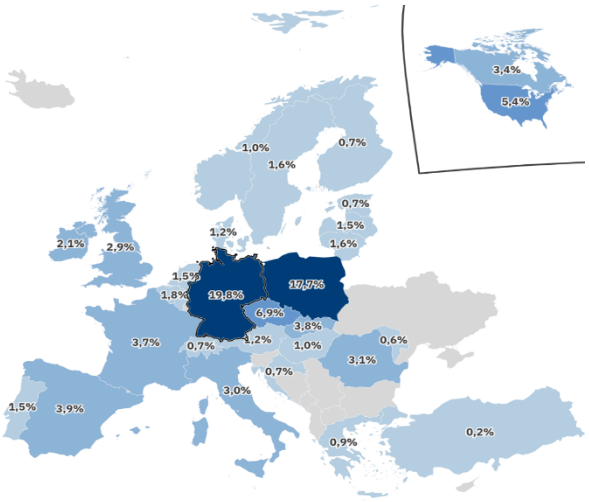


Рис. 2 Розподіл українських біженців за країнами перебування, відсоток від усіх респондентів

Після глибокого спаду у 1990-х роках спостерігалося поступове зростання у 2000-х роках (Рис.3). Проте економічні кризи 2008–2009 років, події 2014 року та повномасштабна війна у 2022 році спричинили значні коливання цього показника.

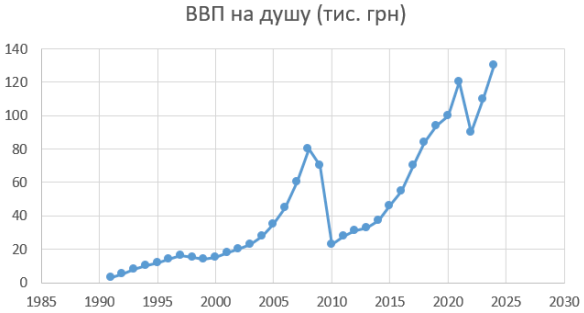


Рис. 3 Динаміка ВВП на душу населення

Таким чином, між демографічними та економічними показниками існує тісний взаємозв'язок. Погіршення економічної ситуації стимулює міграцію населення та знижує рівень народжуваності, що, у свою чергу, поглиблює демографічну кризу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Bank. *Migration and Development Brief 34*. - 2021.
2. Joint Research Centre. War exacerbates Ukraine's population decline: new report shows. URL:https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/war-exacerbates-ukraines-population-decline-new-report-shows-2023-03-08_en
3. Демографічна криза в Україні, 2021, unn.ua; Wilson Center, 2023, ukraine.wilsoncenter.org
4. (Joint Research Centre, 2023, joint-research-centre.ec.europa.eu
5. Центр економічної стратегії ces.org.ua/refugees_fourth_wave/
6. (RBC Україна, 2023, newsukraine.rbc.ua

УДК 331.556

МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ: ЕКОНОМІЧНІ ТА ДЕМОГРАФІЧНІ ВИКЛИКИ

Маркелова С.А., Галаєва Л.В.

Міграційні процеси в Україні у 2015–2025 роках відзначаються значною мінливістю, структурними змінами та чіткою залежністю від зовнішніх чинників, передусім воєнних подій. У період до 2022 року міграція мала здебільшого економічний і трудовий характер: переважала зовнішня еміграція, а внутрішні переміщення відбувалися головним чином із сільської місцевості до міст і з менш розвинених регіонів до економічно активних центрів. Після повномасштабного вторгнення Росії міграційні потоки набули масового вимушеного характеру, що спричинило різке зростання їхніх обсягів, зміну структури та географії. Аналіз цих процесів дає змогу не лише оцінити кількісні масштаби переміщень, а й визначити їхні якісні характеристики, регіональні дисбаланси та довгострокові наслідки для ринку праці й демографічного розвитку країни.

До 2022 року зовнішня міграція характеризувалася стабільним від'ємним сальдо: щорічний чистий відтік населення становив приблизно 180–240 тис. осіб, що було зумовлено насамперед трудовою еміграцією до країн Європейського Союзу. Внутрішня міграція залишалася відносно стабільною (близько 500-600 тис. переміщень на рік) і була орієнтована на пошук кращих можливостей працевлаштування та освіти. Починаючи з 2022 року ситуація суттєво змінилася: масштаби вимушеної еміграції досягли мільйонів осіб, а внутрішні переміщення лише за перший рік війни перевищили 16 млн випадків. У 2023-2025 роках спостерігається певна стабілізація та часткове повернення населення, однак загальне міграційне сальдо залишається суттєво від'ємним (Рис.1).

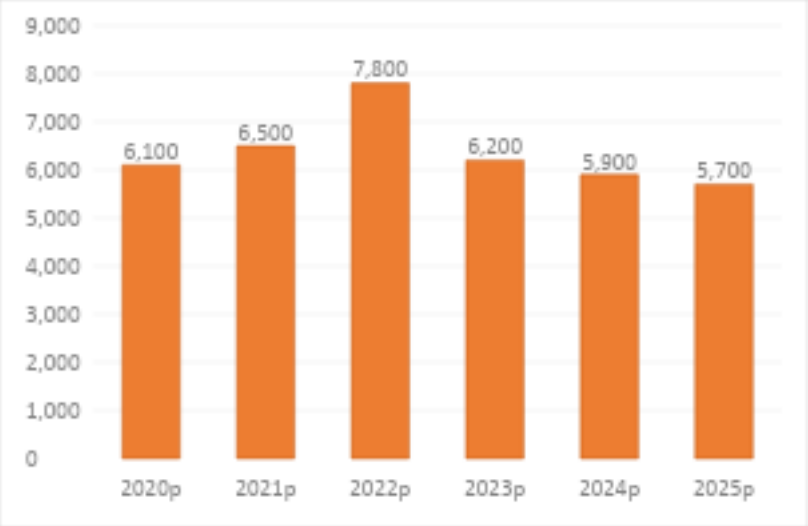


Рис. 1 Кількість українців за кордоном), тис. осіб (станом на кінець року)

Після пікового виїзду у 2022 році частина українців повернулася, проте загальна кількість тих, хто залишається за кордоном, стабілізувалася на рівні 5,7–5,9 млн осіб. Зареєстрованих ВПО станом на листопад 2025 року налічується 4,6 млн, хоча фактична кількість осіб, які постійно проживають не за місцем реєстрації, становить близько 3,7 млн. Регіонами найбільшого вибуття залишаються Донецька, Харківська, Запорізька та Херсонська області, а основними регіонами-приймачами - Дніпропетровська, Львівська, Київська області та м. Київ. Така динаміка свідчить про часткову стабілізацію внутрішньої міграції, але водночас про збереження високого рівня зовнішньої еміграції, що безпосередньо впливає на скорочення пропозиції робочої сили (Рис.2).

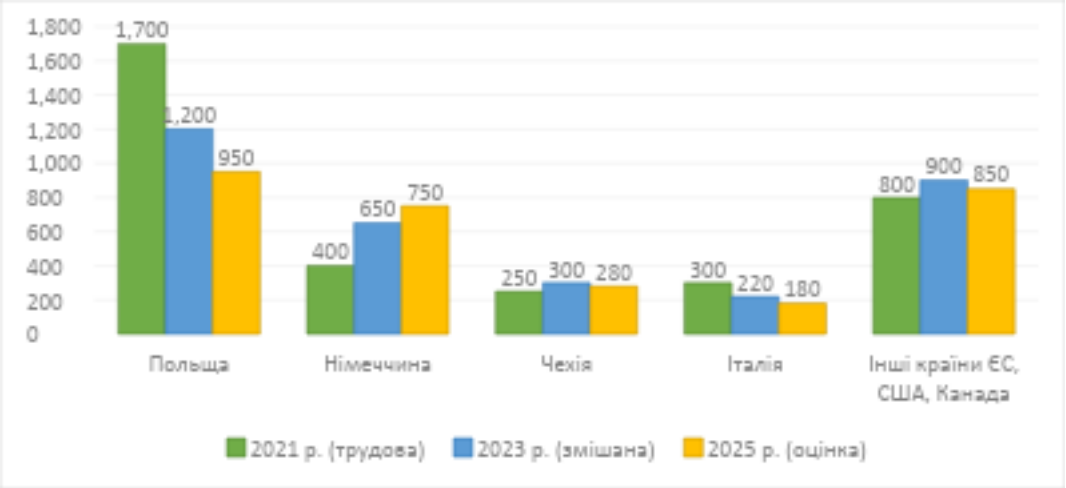


Рис. 2 Структура трудової та вимушеної міграції українців за основними країнами призначення (оцінка, тис. осіб)

Аналіз рисунку 2 демонструє перенаправлення міграційних потоків після 2022 року. Частка Польщі як країни призначення зменшилася через насичення ринку праці та переорієнтацію мігрантів на країни з вищими зарплатами (Німеччина). Значна частина трудових мігрантів поєднує роботу за кордоном зі статусом тимчасового захисту. Загальна кількість трудових та вимушених мігрантів стабілізувалася на рівні близько 3 млн осіб, що все ще становить значну частку працездатного населення України.

Характерними рисами сучасних міграційних процесів є поєднання вимушених і економічних причин переміщення, підвищення освітнього рівня мігрантів, а також виражена регіональна нерівномірність (скорочення населення на сході й півдні та його концентрація у західних і центральних регіонах). Водночас спостерігається невисокий рівень повернення: лише близько 20–25 % осіб, які виїхали, планують повернутися найближчим часом. Такі тенденції безпосередньо відображаються на ринку праці, загострюючи нестачу кадрів у галузях будівництва, IT, охорони здоров'я та сільського господарства.

Таким чином, упродовж 2015-2025 років міграційні процеси в Україні зазнали суттєвої трансформації: від домінування трудової еміграції до масштабної вимушеної міграції після 2022 року з подальшими ознаками часткової стабілізації. Обсяги переміщень залишаються значними: за кордоном перебуває приблизно 5,7–5,9 млн українців, тоді як чисельність внутрішньо переміщених осіб становить близько 3,7 млн. Серед ключових наслідків – дефіцит робочої сили через відтік кваліфікованих спеціалістів, посилення регіональних дисбалансів, диспропорції за статтю, віком і рівнем освіти, а також поєднання економічних і безпекових факторів міграції. Отримані результати підкреслюють необхідність комплексної державної політики, спрямованої на стимулювання повернення громадян і впровадження ефективних програм їхньої реінтеграції задля відновлення трудового потенціалу країни як у період війни, так і в умовах післявоєнного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дейнеко Л.В., Шелудько Е.І., Завгородня М.Ю, Галаєва Л.В. Інструментарій збереження та розвитку інтелектуального кадрового потенціалу промисловості України. 2022. Український соціум, № 3 (82). С.84-105.
2. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/
3. Eurostat. [Data set]. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database