

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

М А Т Е Р І А Л И

XXI щорічної студентської наукової конференції

**«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА
ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИКИ В ЕКОНОМІЦІ,
МЕНЕДЖМЕНТІ ТА БІЗНЕСІ»**

22 квітня 2026 року

Полтава – 2026

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ:

УТКІН Юрій

— к.т.н., доцент, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій, доцент кафедри

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ:

СЛЮСАРЬ Ігор

— к.т.н., доцент, доцент кафедри

СКЛАД ОРГКОМІТЕТУ:

КОПШИНСЬКА Олена

— к.ф.—м.н., доцент, професор кафедри;

ОДАРУЩЕНКО Олег

— д.т.н., професор, професор кафедри;

ПОНОЧОВНИЙ Юрій

— д.т.н., професор, професор кафедри;

СЛЮСАР Вадим

— д.т.н., професор, професор кафедри;

ФЛЕГАНТОВ Леонід

— к.ф.—м.н., доцент, професор кафедри;

ВАКУЛЕНКО Юлія

— к.с.—г.н., доцент, доцент кафедри;

ОДАРУЩЕНКО Олена

— к.т.н., доцент, доцент кафедри;

ПРОТАС Надія

— к.с.—г.н., доцент, доцент кафедри;

ПАНАСЕНКО Наталія

— к.е.н., доцент кафедри;

ДІДЕНКО Антон

— асистент кафедри;

САЗОНОВА Наталія

— асистент кафедри;

ТИЩЕНКО Олександр

— асистент кафедри;

ФЕДОРЧЕНКО Марк

— асистент кафедри.

Матеріали XXI щорічної студентської наукової конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики в економіці, менеджменті та бізнесі», ПДАУ, м. Полтава, 22 квітня 2026 р. Полтава: ПДАУ, 2026. 92 с.

У збірнику надруковані матеріали студентської наукової конференції за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій Полтавського державного аграрного університету.

Тези наводяться без змін та редагування. Відповідальність за зміст та редакцію тез несуть автори та наукові керівники.

Для здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників.

© Полтавський державний аграрний університет (ПДАУ))

© Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗМІСТ

<i>Бойко Євгеній, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій</i>	
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КЛІЄНТСЬКОГО ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ РОБОТИ З КАТАЛОГОМ ФІЛЬМІВ	7
<i>Вернигора Антон, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Одарущенко Олег</i>	
ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ МОВИ VHDL	9
<i>Вусик Максим, здобувач фахової освіти, спеціальність «G16 Гірництво та нафтогазові технології» Науковий керівник – викладач циклової комісії Воронянський Володимир</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ЗАЛЕЖНО ВІД ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ	11
<i>Євдокименко Денис, здобувач фахової освіти спеціальність «G16 Гірництво та нафтогазові технології» Науковий керівник – викладач циклової комісії Воронянський Володимир</i>	
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ТИПІВ БУРОВИХ ДОЛІТ У НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	13
<i>Гавриленко Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій</i>	
ПРОАКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ІНЦИДЕНТАМИ: АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДО ДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОДІЙ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ	15
<i>Гайдабура Олександр, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕЧНОГО ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАПИТІВ	18
<i>Галата Вікторія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.т.н., доцент Юрій Уткін</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАХИЩЕНИХ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ У СЕРЕДОВИЩІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	20
<i>Галушка Володимир, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій</i>	
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБЛІКУ З ДИНАМІЧНОЮ ЗМІНОЮ ПОЛІВ ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	23
<i>Горда Віталіна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід</i>	
ВИКОРИСТАННЯ LLM-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ РОЗРОБЛЕННЯ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	27

Горчакова Марина, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ БОТ ДЛЯ АГРЕГАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ РОЗКЛАДІВ НА ОСНОВІ RAG	29
Коваленко Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.т.н., доцент Одарущенко Олена	
PYTHON-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ГРАФІВ У КУРСІ «ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА»	32
Кривий Ілля, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., доцент Одарущенко Олена	
ПРОЄКТУВАННЯ КОМЕРЦІЙНОГО ВЕБРЕСУРСУ ПІДПРИЄМСТВА З РЕАЛІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	34
Майборода Віталіна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.т.н., доцент Одарущенко Олена	
РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВЕБСАЙТУ ДЛЯ НАДАННЯ ПОСЛУГ ЗІ ВСТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	36
Макаренко Станіслав, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід	
ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ НА БАЗІ СТЕКУ PYTHON-MYSQL-JAVASCRIPT	38
Метелик Олександр, З.В. О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій	
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМ ШІ З ВИЯВЛЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ	41
Мітлицький Назар, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій	
РОЗРОБКА ЧАТБОТА ДЛЯ ПІДТРИМКИ КОРИСТУВАЧІВ МАРКЕТПЛЕЙСУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	43
Налізько Кирило, здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Електрична інженерія» Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Протас Надія	
ІНДУСТРІЯ ВІДЕОГОР ЯК ДРАЙВЕР ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	45
Панченко Ярослав, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.е.н., доцент Панасенко Наталія	
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	47
Поночовна Анастасія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Філологія» Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Протас Надія	
АВТОМАТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАЛЕКТНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ У ТЕКСТАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІ УКРАЇНИ	50

<i>Руцький Андрій, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій</i> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СЕРВІСІВ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДЕО НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	53
<i>Туманевич Олександр, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОТОТИПУ СППР ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО ВИБОРУ НА БАЗІ FLASK	57
<i>Юдінцов Данило, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій</i> МОЖЛИВОСТІ ЧАТ-БОТУ ДЛЯ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ	59
<i>Готра Михайло, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – д.т.н., професор Слюсар Вадим</i> СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕКЛАДУ НА ОСНОВІ МАМАУLM І LM STUDIO	62
<i>Фадей Анна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор</i> ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ	64
<i>Готра Євгенія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – д.т.н., професор Слюсар Вадим</i> РЕАЛІЗАЦІЯ АІ-АНАЛІТИКИ ЗВЕРНЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛОКАЛЬНОГО АГЕНТА	66
<i>Вовнянко Іван, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор</i> ВИКОРИСТАННЯ N8N ДЛЯ СТВОРЕННЯ АІ-АГЕНТУ	68
<i>Будьомко Володимир, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій</i> RAG НА ЗОБРАЖЕННЯХ У ЛОКАЛЬНИХ АІ-АГЕНТАХ	71
<i>Пивовар Богдан, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор</i> ГЕНЕРАЦІЯ АУДІО З ТЕКСТОВИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ QWEN3-TTS-0.6B-BASE	73
<i>Скрипник Анна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська</i> МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕБІНТЕРФЕЙСІВ У СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	75
<i>Сокурченко Артем, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,</i> <i>спеціальність «Інформаційні системи та технології»</i> <i>Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська</i> ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ І ЦИФРОВОЇ АНАЛІТИКИ В АГРОПІДПРИЄМСТВАХ	77

<i>Бабінський Богдан, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ І СТАТИСТИКИ ІНТЕРНЕТ-ПРИСУТНОСТІ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ КАВ'ЯРЕНЬ	80
<i>Мироненко Михайло, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська</i>	
КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ- МАГАЗИНУ	83
<i>Кашаєв Єгор, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій</i>	
РОЛЬ МОВИ SQL У СТВОРЕННІ СТРУКТУРОВАНИХ ЗАПИТІВ БАЗ ДАНИХ	86
<i>Галюк Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня, спеціальність «Інформаційні системи та технології» Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська</i>	
АНАЛІЗ РИНКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ТА МОЖЛИВОСТЕЙ ЇХ МОДИФІКАЦІЙ	89

*Бойко Євгеній, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КЛІЄНТСЬКОГО ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ РОБОТИ З КАТАЛОГОМ ФІЛЬМІВ

Сучасний користувач має доступ до великої кількості цифрового контенту, зокрема фільмів різних жанрів, років випуску та рейтингів. Водночас саме різноманіття контенту створює проблему швидкого вибору, оскільки пошук потрібного фільму серед великої кількості позицій займає багато часу. У таких умовах зростає потреба у веб-сервісах, які поєднують зручний інтерфейс, швидкий пошук, гнучке сортування та формування персоналізованих рекомендацій. Одним із доцільних інструментів для створення такого програмного продукту є React – бібліотека для побудови інтерфейсів на основі компонентного підходу, повторного використання елементів та керування станом застосунку [1, 2].

Метою роботи є розроблення інтерактивного веб-сервісу для пошуку, сортування та рекомендацій фільмів з використанням React. Для досягнення поставленої мети необхідно проаналізувати особливості предметної області, визначити основні сценарії взаємодії користувача із системою, спроектувати структуру клієнтської частини веб-застосунку, реалізувати механізми пошуку та сортування, а також передбачити модуль рекомендацій, який допомагає користувачеві швидше знаходити релевантний контент.

Розроблюваний кіно-сервіс орієнтований на вирішення кількох практичних завдань. По-перше, сервіс має забезпечувати оперативний пошук фільмів за назвою та іншими характеристиками, наприклад жанром, роком випуску, популярністю або рейтингом. По-друге, система повинна надавати можливість сортування результатів відповідно до потреб користувача: за алфавітом, датою виходу, популярністю чи середньою оцінкою. По-третє, важливою функцією є формування рекомендацій на основі попередніх переглядів, обраних жанрів, оцінок або подібності між об'єктами каталогу. Такий підхід не лише спрощує роботу з контентом, а й підвищує якість користувацького досвіду.

React є доцільним вибором для реалізації подібного веб-сервісу завдяки тому, що застосунки на його основі будуються з окремих компонентів, які можна комбінувати для створення сторінок, блоків фільтрів, карток фільмів, елементів навігації та форм взаємодії з користувачем [1]. Офіційна документація React також акцентує увагу на роботі зі станом, умовним рендерингом, відображенням списків та передаванням даних між компонентами, що є важливим для побудови динамічного каталогу фільмів, у якому інтерфейс змінюється залежно від введених параметрів пошуку й обраних налаштувань сортування [2]. Використання компонентного підходу дає змогу спростити супровід проєкту, підвищити читабельність коду та полегшити подальше розширення функціоналу.

Функціонально кіно-сервіс може складатися з кількох взаємопов'язаних модулів. Базовим модулем є каталог фільмів, у якому відображаються основні відомості про кожен об'єкт: назва, жанр, короткий опис, рейтинг, рік виходу, постер

та додаткова інформація. Іншим важливим модулем виступає система фільтрації та сортування, яка надає користувачеві змогу швидко змінювати спосіб відображення даних. Окреме значення має сторінка детального перегляду, де користувач може ознайомитися з розширеним описом фільму, акторським складом, тривалістю, країною виробництва або іншими характеристиками. За потреби сервіс може бути доповнений механізмом збереження обраних фільмів, історією переглядів чи списком вибраного.

Однією з ключових особливостей дипломної роботи є впровадження рекомендаційного підходу. У сучасних системах рекомендацій застосовують колаборативні, контентно-орієнтовані, knowledge-based та гібридні підходи; окремо також розглядаються питання оцінювання якості рекомендацій та проблема cold start [3]. Для кіно-сервісу доцільним є використання спрощеного гібридного підходу, за якого рекомендації формуються з урахуванням характеристик фільмів та дій користувача. Це дозволяє пропонувати схожі фільми навіть за обмеженої історії взаємодії, а в подальшому масштабувати систему до складніших моделей. У наукових публікаціях, присвячених movie recommender systems, підкреслюється, що саме поєднання різних технік рекомендацій є перспективним напрямом для покращення якості персоналізації [4].

Практична цінність роботи полягає у створенні веб-сервісу, який може бути корисним як для навчальних цілей, так і як основа для подальшого розширення до повноцінного інформаційного продукту. Реалізований сервіс може використовуватися для демонстрації сучасних підходів до побудови односторінкових застосунків, організації клієнтської логіки, роботи з API, відображення великих списків даних та персоналізації контенту. Крім того, результати розробки можуть бути використані під час вивчення дисциплін, пов'язаних із веб-технологіями, проєктуванням інтерфейсів та інтелектуальними системами рекомендацій.

Отже, розроблення кіно-сервісу з використанням React є актуальним і практично значущим завданням. Запропонований підхід поєднує сучасні засоби побудови користувацького інтерфейсу, механізми обробки й подання інформації, а також елементи інтелектуального добору контенту. Створений вебсервіс дає можливість підвищити зручність пошуку фільмів, скоротити час вибору потрібного контенту та сформувати основу для подальшого розвитку функцій персоналізації, авторизації, адаптивного дизайну і розширеної аналітики поведінки користувачів.

Список використаних джерел

1. React. React documentation. URL: <https://react.dev/> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Quick Start – React. URL: <https://react.dev/learn> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Aggarwal C. C. Recommender Systems: The Textbook. Cham: Springer, 2016. 518 p. DOI: 10.1007/978-3-319-29659-3 (дата звернення: 20.04.2026).
4. Mishra D., Gupta S., Kaur H. Movie Recommendation Systems: A Brief Overview. Proceedings of the 2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems. 2020. P. 777-781. DOI: 10.1145/3411174.3411194 (дата звернення: 20.04.2026).

*Вернигора Антон, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Одарущенко Олег*

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЦИКЛУ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ МОВИ VHDL

Розробка цифрових пристроїв на VHDL – це не лише писати код. Потрібно ще верифікація і моніторинг якості. Стандарт IEEE Std 1076-2019 [3] дозволяє точно моделювати архітектуру і часові параметри заліза, проте мова дуже формальна, тому великі проекти важко вести. В реальній роботі часто видно, що коли ієрархія росте, розробники отримують надмірну інформацію, і це підвищує ризики для архітектури. Як зазначають у дослідженнях HDL-дизайну [4], важливо тримати структуру цілісною. Навіть маленька помилка в описі компонента чи в налаштуваннях пакету може зламати логічний синтез.

Старі текстові методи вже не потрібні, бо дані методи не показують структуру великих систем. Коли елементів стає більше, ручне керування інтерфейсом часто призводить до помилок запуску або неправильних сигналів між блоками. Візуальні процеси вирішують цю проблему, даючи розробнику змогу передбачити помилки. В електроніці будь-яка помилка під час розробки коштує дуже багато, поєднання візуального дизайну і інструментів автоматичної перевірки (статичного аналізу) – правильний крок для сучасної інженерії.

Фундаментом представленої методології є середовище HDL Designer [1], яке трансформує традиційну розробку коду в процес графічного моделювання. Замість лінійного введення тексту фахівець оперує високорівневими абстракціями, використовуючи функціонал блочних діаграм та спеціалізовані редактори станів. Такий підхід суттєво підвищує прозорість архітектури та дозволяє автоматизувати генерацію VHDL-коду з суворим дотриманням галузевих стандартів. Крім того, інструментарій забезпечує безперервний моніторинг відповідності між візуальною моделлю та фізичними файлами, що гарантує структурну цілісність і логічну завершеність усього проєкту.

Для глибокої перевірки та всебічного аудиту сформованого коду доцільно використовувати програмний комплекс Scientific Toolworks Understand, який виконує функцію централізованого аналітичного хаба. Ця платформа інтерпретує проєкт як цілісну базу даних, що дозволяє візуалізувати складні ієрархічні дерева викликів та будувати детальні графи залежностей.

На відміну від стандартних компіляторів, функціонал Understand забезпечує обчислення спеціалізованих метрик – зокрема індексу підтримки та цикломатичної складності, – що дозволяє отримати об'єктивні дані про надійність архітектури. Інструментарій демонструє високу ефективність у виявленні «мертвого коду», логічних суперечностей та неініціалізованих сигналів, які зазвичай залишаються непоміченими під час ручного аналізу. Такий підхід до аудиту дозволяє фахівцям якісно реалізувати рефакторинг, оптимізуючи структуру системи та спрощуючи її найбільш навантажені вузли.

В основі реалізованого підходу лежить інтеграція візуального моделювання та статичної верифікації, об'єднаних у межах єдиного ітераційного циклу. Початковий етап передбачає побудову базового архітектурного плану в середовищі HDL Designer [1], що дозволяє локалізувати та усунути структурні недоліки ще на стадії концептуального проектування. Подальший аналіз отриманого коду здійснюється за допомогою інструментарію Understand [2], де шляхом обчислення кількісних показників ідентифікуються критичні зони, що потребують оптимізації. Ці аналітичні дані стають фундаментом для вдосконалення логічних блоків, після чого проводиться фінальна синхронізація. Такий послідовний контроль гарантує повну відповідність кінцевої реалізації вихідній архітектурній концепції.

Застосування комплексної процедури, що базується на сучасних програмних засобах, дозволило досягти якісного стрибка у проектуванні на VHDL. Практичні результати свідчать про суттєве зниження частоти виникнення помилок у коді, тоді як сама архітектура системи набула необхідної прозорості. Важливо, що оформлення документації та система цитування в роботі суворо дотримані згідно з нормативами ДСТУ 8302:2015 [5], що підтверджує її методичну коректність. Впровадження описаної методології не лише скоротило часові витрати на реалізацію, а й підвищило показники надійності розроблених систем. Як наслідок, процес проектування став більш передбачуваним, технологічно спрощеним та продемонстрував високу підсумкову ефективність.

Список використаних джерел

1. HDL Designer Series User Guide, Mentor Graphics, 2023 (дата звернення: 20.04.2026).
2. Scientific Toolworks Understand User Guide, Scientific Toolworks, 2024 (дата звернення: 20.04.2026).
3. IEEE Std 1076-2019, VHDL Language Reference Manual, IEEE, 2019 (дата звернення: 20.04.2026).
4. Kwon W. H., HDL Design Methodology for Complex Digital Systems, Springer, 2021 (дата звернення: 20.04.2026).
5. ДСТУ 8302:2015, Інформація та документація. Бібліографічне посилання (дата звернення: 20.04.2026).

*Вусик Максим, здобувач фахової освіти
спеціальність «G16 Гірництво та нафтогазові технології»
Науковий керівник – викладач циклової комісії Воронянський Володимир
Полтавський фаховий коледж нафти і газу
Нац. університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ЗАЛЕЖНО ВІД ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ

Буріння свердловин є одним із ключових технологічних процесів у нафтогазовій, гірничій, геотермальній та гідрогеологічній галузях, оскільки забезпечує доступ до підземних ресурсів і формує основу для їх подальшого видобутку. Актуальність дослідження зумовлена тим, що сучасні родовища характеризуються складними гірничо-геологічними умовами – наявністю тріщинуватих порід, зон аномального пластового тиску, нестійких стінок свердловин і явищ поглинання бурового розчину, що значно ускладнює управління технологічними параметрами. Ефективність буріння значною мірою залежить від правильного підбору режимів: осьового навантаження на долото, частоти обертання, витрати промивальної рідини та її фізико-хімічних властивостей. Невідповідність цих параметрів конкретним геологічним умовам призводить до зниження продуктивності, передчасного зношування інструменту та підвищення ризику аварій. Впровадження сучасних інформаційних технологій – систем телеметрії, машинного навчання та цифрових двійників свердловин – відкриває нові можливості для адаптивного управління режимами буріння в режимі реального часу [1]. Оптимізація режимів буріння на основі IT-інструментів забезпечує зниження вартості одного метра проходки та підвищення загальної рентабельності проєктів. Технологія буріння свердловин включає комплекс взаємопов'язаних операцій, спрямованих на руйнування гірських порід, видалення вибуреної маси та забезпечення стійкості стінок свердловини. Режим буріння визначається сукупністю керованих параметрів: осьовим навантаженням на долото, частотою його обертання, витратою бурового розчину та гідравлічними характеристиками системи циркуляції (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння режимів буріння залежно від твердості гірських порід

Параметр	М'які породи	Породи середньої твердості	Тверді породи
Навантаження на долото	Низьке	Середнє	Високе
Частота обертання	Висока	Середня	Низька
Швидкість проходки	Висока	Середня	Низька
Зношування долота	Низьке	Середнє	Високе
Тип бурового розчину	Легкий	Універсальний	Ущільнений

Оптимальне поєднання цих параметрів забезпечує ефективне руйнування породи та максимальну швидкість проходки при мінімальних витратах. Вибір режиму значною мірою залежить від геологічних умов: у твердих породах доцільно застосовувати підвищене осьове навантаження при відносно низькій частоті обертання долота, тоді як у м'яких породах ефективнішими є менші навантаження та вищі швидкості обертання. У складних умовах – нестійкі стінки свердловини, поглинання розчину – необхідне додаткове коригування складу та параметрів

промивальної рідини. Центральним напрямом підвищення ефективності сучасного буріння є застосування інформаційних технологій для оптимізації режимів. Системи MWD забезпечують отримання даних про параметри порід безпосередньо в процесі буріння, що підвищує точність прийняття рішень. Методи машинного навчання дозволяють аналізувати великі масиви бурових даних і прогнозувати швидкість проходки залежно від поточних геологічних умов та параметрів бурового інструменту [2]. Зокрема, гібридні фізико-машинні моделі прогнозування ROP демонструють точність, що суттєво перевищує можливості традиційних аналітичних підходів [2]. Автоматизовані системи оптимізації режимів буріння, інтегровані з детекторами вібрацій та моделями оцінки гідравлічних ризиків, дозволяють попереджати прихоплення інструменту, явища stick-slip та засмічення вибою, скорочуючи непродуктивний час [3]. Перспективним напрямом є впровадження цифрових двійників свердловин – віртуальних моделей, що відтворюють поведінку бурової системи в реальному часі. Такі системи дозволяють безперервно коригувати операційні параметри відповідно до фактичних умов у свердловині, що суттєво підвищує ефективність, безпеку та рівень контролю ризиків [1]. Застосування ІТ-інструментів відкриває можливості для екологізації бурових процесів: моніторинг у режимі реального часу дозволяє оптимізувати склад бурових розчинів і знижувати їх негативний вплив на навколишнє середовище. Слід зазначити, що технологія буріння свердловин є складним багатофакторним процесом, ефективність якого значною мірою визначається правильним вибором режимів з урахуванням геологічних умов. Геологічні фактори – літологія, тріщинуватість, пластовий тиск – відіграють ключову роль у формуванні оптимальних параметрів буріння і потребують індивідуального підходу для кожного об'єкта. Сучасні дослідження підтверджують ефективність використання ML, телеметричних систем і цифрових двійників для підвищення якості управління процесом буріння [1-3]. Подальші наукові розробки доцільно спрямувати на створення адаптивних інтел. систем керування бурінням, удосконалення алгоритмів прогнозування ROP, розробку нових екологічно безпечних бурових розчинів та інтеграцію цифрових моделей свердловин у практику бурових робіт.

Список використаних джерел

1. Robinson T., Mohammed Arshad P., Revheim O. et al. System for Real-Time Rate of Penetration Optimization Using Machine Learning with Integrated Preventive Safeguards Against Hole Cleaning Issues and Stick-Slip. *SPE/IADC Int. Drilling Conf. and Exhibition*, Stavanger, Norway. 2025. URL: <https://doi.org/10.2118/223713-MS> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Hybrid physics-machine learning models for predicting rate of penetration in the Halahatang oil field, Tarim Basin. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. P. 5957. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56640-y> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Intelligent Real-Time Risk Evaluation and Drilling Parameter Optimization for Enhanced Safety in Deep-Well Operations. *Processes*. 2025. Vol. 13, no. 10. P. 3102. URL: <https://doi.org/10.3390/pr13103102> (дата звернення: 20.04.2026).

*Євдокименко Денис, здобувач фахової освіти
спеціальність «G16 Гірництво та нафтогазові технології»
Науковий керівник – викладач циклової комісії Воронянський Володимир
Полтавський фаховий коледж нафти і газу
Нац. університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ТИПІВ БУРОВИХ ДОЛІТ У НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Буріння свердловин є одним із найбільш складних і ресурсомістких процесів у нафтогазовій, гірничій та геотермальній галузях. Центральним елементом бурового інструменту є бурове долото, від конструкції та типу якого значною мірою залежать швидкість проходки, тривалість експлуатації обладнання та загальна економічна ефективність бурових робіт. Сучасні родовища характеризуються складною геологічною будовою, включаючи чергування шарів різної твердості, високу абразивність порід і наявність тріщинуватих зон, що суттєво ускладнює процес буріння та вимагає обґрунтованого вибору типу долота [1]. Вибір невідповідного інструменту призводить до зниження швидкості проходки, передчасного зношування та збільшення витрат на заміну обладнання. Дослідження показують, що правильний підбір долота здатен скоротити вартість метра проходки до 22 % [1]. Зростаючі вимоги до економічності буріння та впровадження цифрових технологій моніторингу в режимі реального часу стимулюють розвиток нових підходів до вибору і оптимізації бурових інструментів [2]. Технологія буріння передбачає використання різних типів бурових доліт, які відрізняються конструкцією, принципом дії та сферою застосування. Найбільш поширеними є лопатеві, шарошкові (З-шарошкові, ТСІ) та алмазні долота типу PDC (табл. 1.).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика ефективності різних типів бурових доліт

Параметр	Лопатеві долота	Шарошкові долота (ТСІ)	PDC долота
Принцип руйнування	Різання	Дроблення	Різання
Сфера застосування	М'які породи	Універсальні	М'які, середні породи
Швидкість проходки	Низька	Середня	Висока
Зносостійкість	Низька	Середня	Висока
Складність конструкції	Низька	Висока	Середня
Термін служби	Короткий	Середній	Тривалий
Стійкість до ударних навантажень	Низька	Висока	Середня

Лопатеві долота є найпростішими за конструкцією і застосовуються переважно для буріння м'яких порід (глини, піски), однак їх ресурс є обмеженим, а ефективність значно нижча порівняно з сучасними інструментами. Шарошкові долота функціонують за принципом дроблення породи обертовими конусами, що забезпечує їхню універсальність у широкому діапазоні геологічних умов. Водночас наявність рухомих елементів зумовлює підвищений рівень зношування і необхідність регулярного ТО. Дослідження відмов З-шарошкових доліт при бурінні в умовах алмазних родовищ підтверджують, що основними механізмами деградації є

абразивне зношування, вириви вставок та руйнування конусів [3]. Сучасні долота PDC працюють за принципом різання породи полікристалічними алмазними різцями й характеризуються відсутністю рухомих частин, що забезпечує їхню надійність і довговічність. Результати польових досліджень показують, що PDC-долота ефективніші в карбонатних та абразивних породах, тоді як TCI-долота краще справляються з м'якими перемежованими відкладами [1]. Швидкість проходки PDC-доліт може бути на 50 % вищою порівняно з шарошковими аналогами у сприятливих умовах. Однак їхня ефективність знижується в умовах високої тріщинуватості або надмірної твердості порід через ризик пошкодження ріжучих елементів. Аналіз даних свідчить про те, що кожен тип долота має свої переваги та обмеження, зумовлені геологічними умовами та технічними вимогами до процесу. Сучасні дослідження спрямовані на вдосконалення конструкцій доліт та підвищення їх експлуатаційних характеристик. Особлива увага приділяється оптимізації геометрії ріжучих елементів і вдосконаленню матеріалів корпусу. Розвиток фасонних різців дозволяє поєднати механізми зрізання, дроблення та зорювання породи, що підвищує ефективність руйнування та подовжує ресурс долота [4]. Паралельно активно розвиваються методи вибору доліт на основі ML, які враховують дані про літологію, параметри буріння та результати попередніх рейсів для прогнозування оптимального інструменту [2].

Ефективність буріння визначається правильним вибором типу бурового долота з урахуванням геологічних умов і технічних параметрів процесу. Лопатеві долота мають обмежене застосування через низьку ефективність, шарошкові залишаються універсальним рішенням для складних умов, а PDC-долота забезпечують найвищу продуктивність у сприятливих середовищах. Подальші дослідження пов'язані з розробкою інтелектуальних систем вибору доліт, удосконаленням конструкції ріжучих елементів і впровадженням цифрових технологій моніторингу буріння в режимі реального часу.

Список використаних джерел

1. Jameel N., Altaher A., Sarhad M. Et al. Performance-Driven Drill Bit Selection Based on Field Investigations: Reducing Drilling Costs in Northern Iraq. *Results in Engineering*. 2025. Vol. 27. P. 106163. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106163> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Mohammed N., Al-Mudhafar W. Drill Bit Selection and Drilling Parameter Optimization using Machine Learning. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1261. P. 012027. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1261/1/012027> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Nabifo B., Olakanmi E., Leso T. et al. Integrated failure analysis of tri-cone drill bits using experimental techniques. *Engineering Failure Analysis*. 2025. Vol. 182. P. 109977. URL: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2025.109977> (дата звернення: 20.04.2026).
4. C. Peng et al. A novel drilling parameter optimization method based on big data of drilling. *Petroleum Science*, 2025. URL: <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2025.03.002> (дата звернення: 20.04.2026).

*Гавриленко Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

ПРОАКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ІНЦИДЕНТАМИ: АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДО ДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОДІЙ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Практика експлуатації корпоративних ІТ-систем показує, що існуючі комерційні платформи управління подіями часто не дозволяють досягти оптимального балансу між гнучкістю керування, економічною доцільністю та дотриманням суворих вимог інформаційної безпеки. Це обумовлює необхідність розробки та реалізації власного програмного комплексу на базі проміжного інтелектуального шлюзу, який виступатиме центральною ланкою в подієво-орієнтованій архітектурі підприємства. На актуальність саме такого підходу вказує і зміна галузевої термінології: у березні 2025 р. Gartner офіційно перейменував клас AIOps-платформ на «Event Intelligence Solutions» [1], акцентуючи увагу на інтелектуальній обробці подій як ключовому механізмі оптимізації процесів реагування, а не на широких та розмитих обіцянках «штучного інтелекту для всього».

Архітектура майбутнього шлюзу повинна передбачати гібридний підхід до аналізу даних. Базова логіка маршрутизації, кореляції та дедуплікації подій має спиратися на детерміновані правила, розроблені та підтримувані інженерами, що гарантуватиме передбачуваність системи та повний контроль над потоком сповіщень відповідно до вимог стандарту [2]. Водночас процес формування фінального опису інциденту є динамічним: замість статичних шаблонів шлюз вирішить проблему агрегації атрибутів з різних пов'язаних подій в єдиний інформативний масив та генерації вичерпного опису проблеми безпосередньо у системі Service Desk. Завдяки цьому інженери звільняються від необхідності вручну збирати контекст з первинних джерел, що критично скорочує час між виявленням та локалізацією збою.

На рівні архітектурних вимог рішення має бути орієнтоване на on-premise розгортання. Це усуває ризик передачі чутливої телеметрії зовнішньому вендору, що є обов'язковою умовою моделі SaaS у комерційних платформах, та забезпечує відповідність корпоративним політикам інформаційної безпеки [3]. Додатково, якщо реалізувати рішення на базі легковагових мікросервісів із взаємодією через REST API та Webhooks, то це забезпечить слабку зв'язність компонентів, спростить подальше масштабування та не потребуватиме надмірних капітальних інвестицій.

Важливим аспектом проектування такого інтелектуального шлюзу є забезпечення інтероперабельності даних у гетерогенних корпоративних середовищах. Оскільки різні системи моніторингу генерують сповіщення у власних пропріетарних форматах, архітектура повинна передбачати рівень нормалізації. Впровадження канонічної моделі даних (Canonical Data Model) дозволить трансформувати вхідні потоки до єдиного стандартизованого вигляду. Це кардинально розмежовує виробників подій (системи збору метрик) та їх споживачів (платформи управління інцидентами). Завдяки цьому інтеграційний шар стає універсальним хабом, здатним адаптуватися до змін інфраструктури без необхідності переписування базового коду маршрутизації.

В умовах глобалізаційних викликів та переходу до концепції цифрового менеджменту, ефективність ІТ-інфраструктури стає невіддільною складовою загальної конкурентоспроможності підприємства. Впровадження подібної архітектури дозволить подолати семантичний розрив між технічними метриками та бізнес-процесами. Інтелектуальний шлюз виступатиме не лише інструментом для ІТ-підрозділу, але й управлінським активом, який забезпечує прозорість моніторингу ключових сервісів та дозволяє керівництву приймати рішення на основі об'єктивних даних у режимі реального часу.

Впровадження описаних рішень формує підґрунтя для проактивного реагування на збої. Алгоритми системи виявлятимуть ранні маркери деградації продуктивності та формують консолідований інцидент ще на етапі відхилення показників від норми – до того, як деградація переросте у критичну відмову та вплине на кінцевих користувачів [4]. Слід зазначити, що ефективна реалізація такого підходу вимагає попереднього узгодження з бізнес-підрозділами переліку критичних сервісів та прийнятих порогів деградації, що є необхідною умовою коректного налаштування правил кореляції.

Крім того, накопичений масив динамічно згенерованих описів інцидентів та історії їх вирішення формує цінну базу знань для подальшого ретроспективного аналізу (Post-Incident Review). Аналіз структурованих історичних даних дозволяє управлінській ланці виявляти системні вузькі місця в ІТ-інфраструктурі, обґрунтовувати необхідність модернізації окремих компонентів та оптимізувати розподіл навантаження між інженерними командами. Таким чином, система не лише вирішує поточні операційні завдання, але й забезпечує стратегічну підтримку циклу безперервного вдосконалення ІТ-послуг.

Доцільність впровадження розробленої системи вимірюється за допомогою ключових показників ефективності. Очікується досягнення наступних результатів:

1. Зменшення середнього часу відновлення послуг (MTTR) завдяки наявності динамічно сформованого контексту інциденту.
2. Радикальне зниження частки хибнопозитивних сповіщень («інформаційного шуму») шляхом ефективної дедуплікації та кореляції подій.
3. Мінімізація витрат людино-годин на первинний аналіз та ручну маршрутизацію заявок.
4. Скорочення загальної кількості критичних відмов бізнес-систем завдяки проактивному та більш швидкому попередженню інженерів про відхилення [5].

Таким чином, розробка та впровадження інтелектуального шлюзу з динамічною генерацією контексту інцидентів є практично обґрунтованим інженерним рішенням, що дозволить трансформувати процеси ІТ-підтримки, підвищити надійність інфраструктури та оптимізувати операційні витрати підприємства без залежності від дорогих комерційних платформ.

Список використаних джерел

1. From AIOps to Event Intelligence: Gartner's Rebrand Fixes an Industry Identity Crisis URL: <https://cribl.io/blog/from-aiops-to-event-intelligence-gartner-rebrand-fixes-industry-identity-crisis/> (дата звернення: 20.04.2026).

2. ДСТУ ISO/IEC 20000-1:2020 Інформаційні технології. Керування послугами. Частина 1. Вимоги до системи керування послугами. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020 (дата звернення: 20.04.2026).

3. IBM Cloud Education. What is AIOps? URL: <https://www.ibm.com/topics/aiops> (дата звернення: 20.04.2026).

4. Beyer B., Jones C., Petoff J., Murphy N. R. Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems. O'Reilly Media, 2016. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=tYrPCwAAQBAJ> (дата звернення: 20.04.2026).

5. incident.io. Alert fatigue solutions for DevOps teams in 2025: What works. URL: <https://incident.io/blog/alert-fatigue-solutions-for-dev-ops-teams-in-2025-what-works> (дата звернення: 20.04.2026).

*Гайдабура Олександр, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕЧНОГО ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАПИТІВ

У сучасних умовах динамічного розвитку ІТ цифрова трансформація систем управління стає невід'ємною частиною стратегії будь-якого успішного підприємства. Перехід до віддалених та гібридних моделей роботи, зумовлений зовнішніми викликами та прагненням до оптимізації витрат, вимагає від менеджменту впровадження надійних інструментів зв'язку. Одним з ключових елементів такої інфраструктури є корпоративні VPN-мережі, які забезпечують безпечний доступ до внутрішніх ресурсів компанії. Проте, зі зростанням кількості користувачів та обсягів трафіку, керівники ІТ-відділів стикаються з проблемою зниження продуктивності мережі, що безпосередньо впливає на ефективність бізнес-процесів. Актуальність теми полягає у необхідності розробки інструментів, що дозволяють прогнозувати стан мережі та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо її масштабування на основі точних математичних розрахунків, а не інтуїтивних припущень. Для майбутнього фахівця з інженерії ПЗ розв'язання таких завдань лежить у площині поєднання теорії масового обслуговування (ТМО) та програмної реалізації імітаційних моделей [1]. Основою для аналізу продуктивності корпоративної мережі є подання її як системи масового обслуговування, де вхідним потоком є запити користувачів на підключення або передачу даних, а пристроєм обслуговування – VPN-сервер з певною пропускною здатністю та обчислювальною потужністю. Використання апарату ТМО дозволяє визначити критичні показники ефективності, такі як середня довжина черги запитів, ймовірність відмови в обслуговуванні та середній час очікування. У контексті цифрового менеджменту ці метрики трансформуються в економічні показники, оскільки затримки у передачі даних можуть призводити до простоїв у роботі підрозділів. Математичне моделювання дозволяє ще на етапі проектування мережі або перед впровадженням нових корпоративних сервісів розрахувати необхідну кількість шлюзів та оптимальну ширину каналів зв'язку. Програмна реалізація таких моделей на мові Python є виправданою завдяки наявності потужних бібліотек для наукових обчислень та імітаційного моделювання, що робить цей інструмент доступним для інтеграції в сучасні системи управління ІТ-інфраструктурою [2]. Для глибшого розуміння процесів, що відбуваються у мережі, було розроблено програмний комплекс, який використовує бібліотеку SimPy для створення дискретно-подієвої моделі. У моделі враховуються такі параметри, як інтенсивність надходження заявок (λ) та інтенсивність їх обслуговування (μ). На відміну від статичних розрахунків, імітаційне моделювання дозволяє врахувати стохастичний характер мережевого трафіку. Результати моделювання дозволяють менеджменту візуалізувати ризики та визначити «точки відмови» системи при пікових навантаженнях. Основні вхідні дані для аналізу продуктивності системи наведено у табл. 1. Інтелектуалізація процесу

управління мережею через програмне моделювання дає змогу реалізувати концепцію предиктивного менеджменту. Замість того, щоб реагувати на скарги працівників щодо повільного зв'язку, адміністратор за допомогою Python-скриптів може заздалегідь змоделювати ситуацію збільшення штату на 20 % і отримати дані про те, як це вплине на стабільність VPN-з'єднання.

Таблиця 1. – Параметри моделі для оцінки продуктивності VPN-шлюзу

Назва параметру	Одиниця виміру	Опис значення для моделі
Інтенсивність вхідного потоку	запит/с	Середня частота звернень користувачів
Пропускна здатність каналу	Мбіт/с	Максимальна швидкість передачі даних
Об'єм буфера черги	од.	Максимальна кількість запитів в очікуванні

Застосування ТМО дозволяє встановити математичну залежність між кількістю одночасних сесій та ймовірністю втрати пакетів. Це критично важливо для управління якістю (QoS) у корпоративному середовищі, де пріоритетність трафіку (наприклад, відеозв'язок для нарад у порівнянні з передачею документів) має бути збалансованою. Використання Python для аналізу результатів моделювання дозволяє будувати графіки щільності розподілу часу очікування, що є значно інформативнішим для прийняття управлінських рішень, ніж прості середні значення. Таким чином, інженерія ПЗ стає фундаментом для побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у сфері цифрового менеджменту [3]. Висновок з проведеного дослідження вказує на те, що інтеграція математичних методів моделювання у практику управління мережевими ресурсами є необхідною умовою сталого розвитку цифрового офісу. Моделювання на основі теорії масового обслуговування дозволяє перетворити складні технічні параметри VPN-мережі у зрозумілі бізнес-метрики. Програмна реалізація на Python забезпечує гнучкість та масштабованість моделі, що дозволяє швидко адаптувати її до змін у структурі підприємства. Такий підхід мінімізує витрати на зайве обладнання та водночас гарантує високу якість сервісу для віддалених працівників, що є вирішальним фактором у підвищенні продуктивності праці в умовах сучасних викликів. Майбутнє систем менеджменту ІТ-інфраструктури полягає саме у впровадженні таких інтелектуальних інструментів аналізу та прогнозування [4].

Список використаних джерел

1. What is a virtual private network (VPN). URL: <https://www.cisco.com/site/us/en/learn/topics/security/what-is-a-virtual-private-network-vpn.html> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Ясінська А. Інформаційна безпека підприємства: концептуальні засади ефективного захисту інформації. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-118> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Чепурна І. С. Метод організації захищеного сегмента приватних SDN-мереж на основі протоколу Bittorrent. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. Т. 2, № 3(94). С. 515–525. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.3.2.66> (дата звернення: 20.04.2026).

Галата Вікторія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Юрій Уткін

ОПТИМІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАХИЩЕНИХ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ У СЕРЕДОВИЩІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У сучасних умовах глобальної цифровізації та масового переходу до гібридних моделей роботи забезпечення безпечного віддаленого доступу до ресурсів КІС стає критичним завданням для будь-якої організації. Традиційні методи захисту периметра мережі поступово втрачають свою ефективність, поступаючись місцем технологіям VPN, які дозволяють створювати захищені тунелі через публічні канали зв'язку. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку балансу між високим рівнем криптографічного захисту та продуктивністю мережі, оскільки надмірне шифрування може призводити до критичних затримок у передачі даних. Використання інструментів імітаційного моделювання дозволяє оцінити ці параметри ще на етапі проектування системи, уникаючи значних витрат на розгортання фізичної інфраструктури. Процес побудови ефективної КІС вимагає детального аналізу мережевої топології та вибору оптимальних протоколів тунелювання, таких як IPsec, OpenVPN або WireGuard [1]. Основним викликом при впровадженні VPN є обчислювальні витрати на інкапсуляцію та шифрування пакетів, що безпосередньо впливає на пропускну здатність каналів. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати середовище MATLAB, яке володіє потужним інструментарієм для математичного моделювання процесів передачі сигналів та аналізу трафіку. Зокрема, пакет Simulink дозволяє створювати візуальні моделі вузлів мережі, де кожен елемент (маршрутизатор, шлюз, кінцевий користувач) описується математичними функціями затримки та ймовірності втрати пакетів.

Важливим етапом моделювання є відображення логічної структури захищеного з'єднання [2]. Типова архітектура корпоративної мережі з інтегрованим VPN-шлюзом передбачає створення захищеного каналу між віддаленим клієнтом та внутрішнім сервером організації. На рис. 1 показано принцип функціонування VPN, де трафік проходить через публічну мережу Інтернет у зашифрованому вигляді, що забезпечує конфіденційність та цілісність даних.

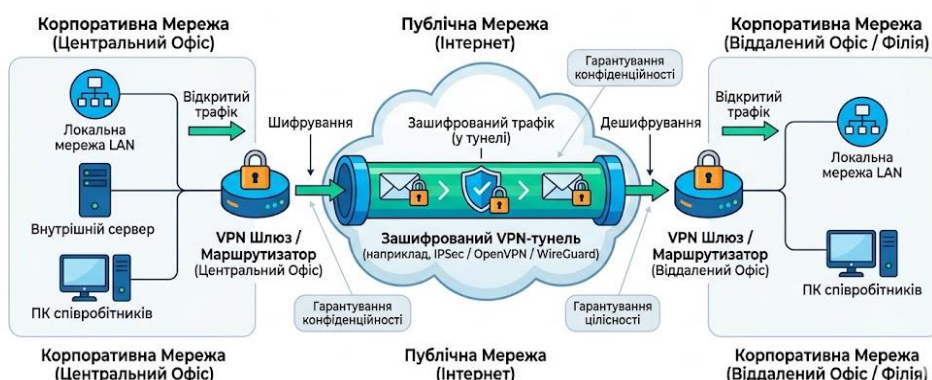


Рисунок 1 – Схема логічної структури VPN-тунелю в межах корпоративної мережі

Під час імітаційного моделювання в MATLAB особлива увага приділяється параметру Round Trip Time (RTT) та варіації затримки (джиттеру). Модель дозволяє імітувати різні сценарії навантаження мережі: від передачі текстових документів до потокового відео високої чіткості та відеоконференцій. Кожен тип трафіку має різні вимоги до якості обслуговування (QoS), що необхідно враховувати при налаштуванні параметрів VPN-шлюзу. Для порівняння ефективності різних алгоритмів шифрування у межах моделі було проведено аналіз основних характеристик, результати якого представлені у табл. 1. Вибір конкретного протоколу залежить від пріоритетів організації: максимальна безпека або мінімальні втрати швидкості [3]. Моделювання в MATLAB дозволяє підібрати такі параметри MTU (Maximum Transmission Unit), щоб уникнути фрагментації пакетів, яка часто виникає при додаванні VPN-заголовків. Це особливо важливо для корпоративних систем, де використовуються ERP-рішення, чутливі до стабільності каналу зв'язку [4]. Отримані результати моделювання підтверджують, що використання імітаційних моделей дозволяє з точністю до 95% спрогнозувати поведінку реальної мережі за різних умов експлуатації.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика протоколів захисту даних у KIC

Параметр порівняння	IPsec (IKEv2)	OpenVPN (SSL/TLS)	WireGuard
Швидкість встановлення з'єднання	Висока	Середня	Дуже висока
Рівень безпеки	Високий	Дуже високий	Високий
Вплив на пропускну здатність (%)	10-15%	15-25%	5-8%
Складність налаштування	Висока	Середня	Низька

Аналіз графіків затримок та втрат пакетів, генерованих MATLAB, дає змогу оптимізувати конфігурацію VPN-шлюзів ще до придбання обладнання. У висновках варто зазначити, що інтеграція VPN у корпоративну систему є складним інженерним процесом, де математичне моделювання виступає незамінним інструментом забезпечення якості. Подальші дослідження у цьому напрямку можуть бути пов'язані з впровадженням алгоритмів динамічного керування трафіком на основі штучного інтелекту, що дозволить системі адаптуватися до змін навантаження в реальному часі, забезпечуючи стабільно високий рівень безпеки та продуктивності для всіх користувачів корпоративної мережі.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO/IEC 27001:2023 (ISO/IEC 27001:2022, IDT) Інформаційна безпека, кібербезпека та захист конфіденційності. Системи керування інформаційною безпекою. Вимоги. Київ: УкрНДНЦ, 2023. 45 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104398 (дата звернення: 20.04.2026).
2. Інтелектуальні технології оптимізації мереж наступного покоління / М. В. Васильківський та ін. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2026. № 62. С. 185–194. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-62-21> (дата звернення: 20.04.2026).

3. Tymoshchuk V., Karnaukhov A. Using Vpn technology to create secure corporate networks. *Theoretical and practical aspects of modern scientific research* / chair D. Tymoshchuk. 2024. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-21.06.2024.034> (дата звернення: 20.04.2026).

4. VPN configuration overview. URL: <https://help.stonesoft.com/onlinehelp/StoneGate/SMC/6.8.7/GUID-0D57F9F4-C40A-4001-BEA5-B9ECAC4EEFD3.html> (дата звернення: 20.04.2026).

*Галушка Володимир, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБЛІКУ З ДИНАМІЧНОЮ ЗМІНОЮ ПОЛІВ ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Ефективне управління сучасним хлібопекарським виробництвом потребує оперативного збору та глибокої систематизації технологічних даних [1]. Традиційний метод ведення паперових журналів має суттєві недоліки: фрагментарність даних, високий ризик помилок через неувважність та складність ретроспективного аналізу. Архітектурні рішення, які стали основою даної роботи, можна використовувати й в інших сферах, де є необхідність систематично вести облік даних [2]. Пошук першопричин технологічних відхилень у паперових архівах часто стає неможливим завданням. Метою цієї роботи є розробка автоматизованої системи обліку, яка не просто зберігає записи, а створює гнучке середовище для моніторингу та аналізу якості продукції в реальному часі. При розробці алгоритмів враховано особливості реальних процесів хлібовиробництва, а працездатність концепції продемонстровано на модельному прикладі обліку заквасок.

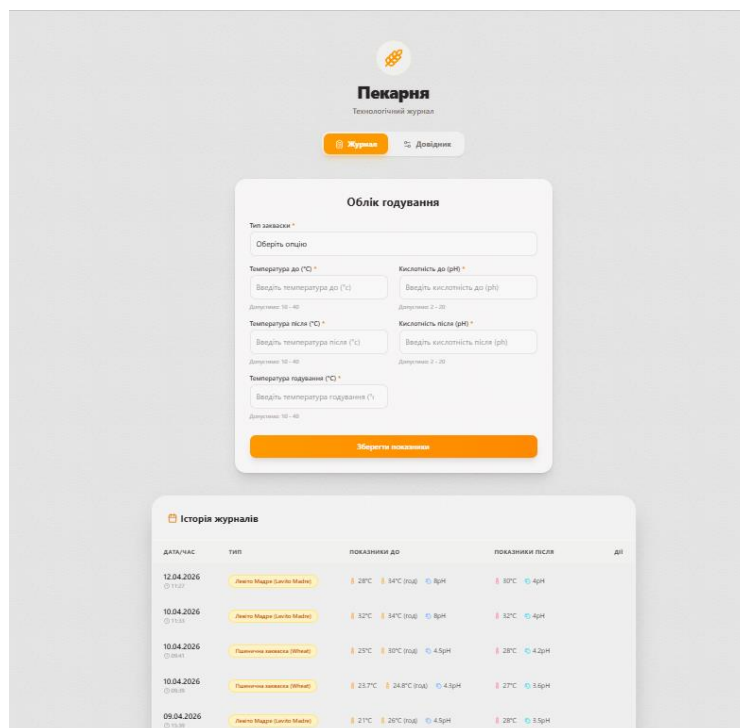


Рисунок 1 – Загальний вигляд панелі моніторингу технологічних процесів

В умовах виробництва традиційний паперовий документообіг ускладнює об'єктивний контроль за хронологією фіксації параметрів. При ручному обліку виникає ризик порушення синхронізації між фактичним виконанням технологічної операції та моментом внесення запису в журнал. Головним недоліком такого підходу є перетворення накопиченої документації на неструктурований фізичний архів. Пошук необхідної інформації в паперових носіях надмірно ускладнює проведення

ретроспективного аналізу, внаслідок чого зібрані технологічні показники залишаються незадіяними. Перехід до електронного документообігу вирішує проблему фальсифікації та недоступності даних. Цифровізація процесу з прив'язкою до точного часу транзакцій гарантує достовірність вводу. Одночасно система структурує інформацію, перетворюючи її з пасивного паперового архіву на активний інструмент для моніторингу та управління виробництвом. Запропонована автоматизована система є інструментом прямої відмови від ручного ведення журналів. Легкість її розгортання та відсутність перевантажених інтерфейсів роблять систему ефективною перехідною ланкою для підприємств харчової промисловості, які розпочинають цифрову трансформацію. Основна ідея – зробити систему універсальною та гнучкою. Для реалізації цих принципів було реалізоване універсальне програмне ядро, яке побудоване на принципах динамічної генерації інтерфейсів [3]. На відміну від систем із фіксованим набором полів, рішення формує інтерфейс вводу на основі метаданих, що зберігаються у базі. Це дозволяє технологу змінювати інтерфейс вводу без залучення програмістів. Це реалізується через додавання запису у базу. Наприклад, для обліку заквасок, технолог може додати нове поле і система автоматично згенерує відповідний інтерфейс вводу. Для реалізації серверної частини було використано такі технології: Python 3.11, FastAPI [4] [5], SQLAlchemy. Це сучасні інструменти, які забезпечують високу швидкість обробки запитів, навіть при великій інтенсивності вводу даних.

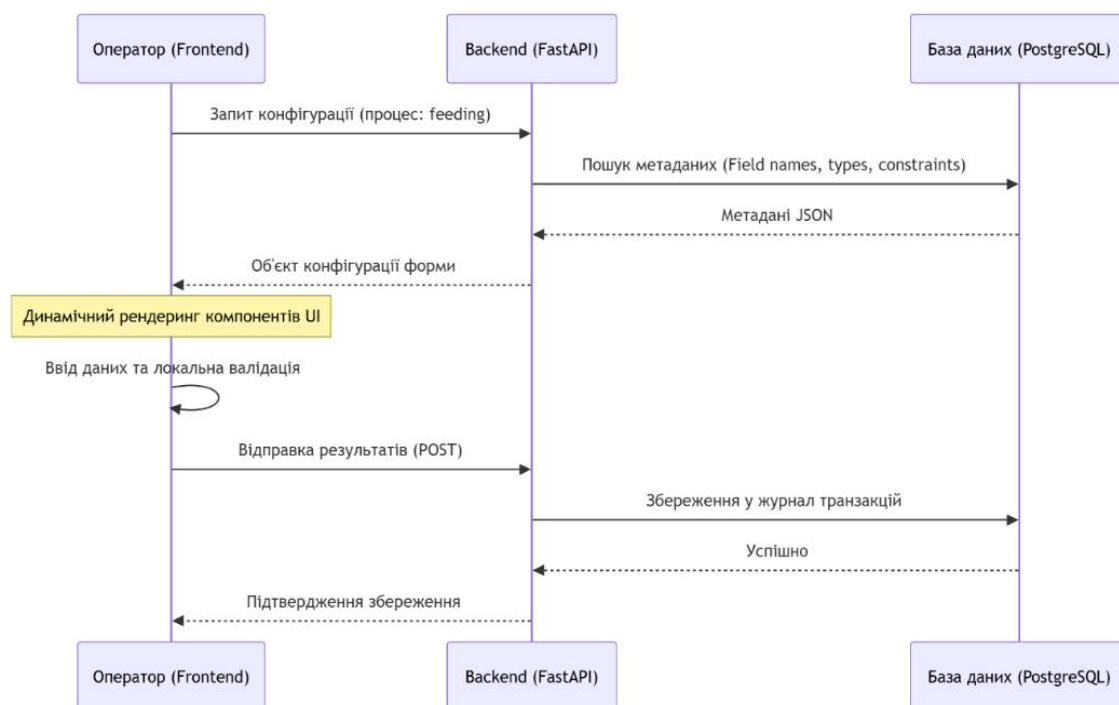


Рисунок 2 – Логіка взаємодії компонентів

Логіка взаємодії компонентів представлена на рисунку 2. Для реалізації клієнтської частини було використано такі технології: React [6], Vite [7]. Користувачський інтерфейс не перевантажений і має лише необхідні поля та інтерактивні елементи (рис. 3). Анімації забезпечують плавний перехід між станами форми, що покращує загальну зручність користувацького інтерфейсу. Впровадження

системи на виробництві трансформує роботу на декількох рівнях. Для працівників система виступає як інтелектуальний помічник. При введенні показників ядро миттєво порівнює їх із дозволеними межами, заданими в метаданих. Якщо значення виходить за норму, оператор бачить попередження ще до відправки даних. Для реалізації використано динамічну систему валідації полів форми. При введенні показників оператор бачить попередження ще до відправки даних, що дозволяє уникнути помилок.

Облік годування

Тип закваски *

Оберіть опцію

Температура до (°C) *

Введіть температура до (°C)

Допустимо: 10 - 40

Кислотність до (pH) *

Введіть кислотність до (pH)

Допустимо: 2 - 20

Температура після (°C) *

Введіть температура після (°C)

Допустимо: 10 - 40

Кислотність після (pH) *

Введіть кислотність після (pH)

Допустимо: 2 - 20

Температура годування (°C) *

Введіть температура годування (°C)

Допустимо: 10 - 40

Зберегти показники

Рисунок 3 – Інтерфейс динамічної форми для обліку параметрів закваски

Облік годування

Тип закваски *

Пшенична закваска (Wheat)

Температура до (°C) *

56

Максимум: 40

Кислотність до (pH) *

456

Максимум: 20

Температура після (°C) *

54675

Максимум: 40

Кислотність після (pH) *

456

Максимум: 20

Температура годування (°C) *

456

Максимум: 40

Зберегти показники

Рисунок 4 – Спрацювання валідації при виході показника за межі норми

Для технологів це найбільш критична перевага. При зміні технологічної інструкції або впровадженні нових видів напівфабрикатів, технолог може змінити правила валідації або додати нове поле вводу безпосередньо в базі даних. Після перезавантаження сторінки ці зміни відобразяться на всіх робочих терміналах без переписування жодного рядка програмного коду.

Впровадження запропонованої системи забезпечить перехід від реактивного накопичення паперової документації до активного цифрового моніторингу, що створює надійну базу для оперативного аналізу та обґрунтованого прийняття управлінських рішень. Завдяки використанню динамічних інтерфейсів досягається унікальний рівень гнучкості, що дозволяє платформі адаптуватися до мінливих потреб виробництва без втручання у програмний код. Використання контейнеризації через Docker Compose [8] робить розгортання системи легким, швидким та масштабованим. Це суттєво знижує витрати на ІТ-підтримку та мінімізує вплив людського фактора, гарантуючи стабільно високу якість кінцевої продукції відповідно до світових стандартів.

Список використаних джерел

1. Дробот В. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ, 2019. 580 с. (дата звернення: 15.04.2026).
2. Прокопєць Л.В., Сторцун К.М., Чуса Г.І. Електронний документообіг в Україні. *Економіка та держава*. 2021. № 5. С. 87–91. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/5_2021/17.pdf (дата звернення: 15.04.2026).
3. Бородкіна І., Бородкін Г. Інженерія програмного забезпечення. Київ, 2018. 204 с. (дата звернення: 15.04.2026).
4. Django, Flask, FastAPI and more: choosing the right Python framework for your project. *DEV Community*. URL: <https://dev.to/hexadecimalsoftware/django-flask-fastapi-and-more-choosing-the-right-python-framework-for-your-project-40k5> (дата звернення: 15.04.2026).
5. FastAPI. URL: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата звернення: 15.04.2026).
6. Quick Start. *React*. URL: <https://react.dev/learn> (дата звернення: 15.04.2026).
7. Getting Started. *Vite*. URL: <https://vite.dev/guide/> (дата звернення: 15.04.2026).
8. Docker Compose overview. *Docker Docs*. URL: <https://docs.docker.com/compose/> (дата звернення: 15.04.2026).

*Горда Віталіна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід*

ВИКОРИСТАННЯ LLM-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ РОЗРОБЛЕННЯ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Ці тези досліджують впровадження великих мовних моделей (LLM) для автоматизації створення навчально-методичної документації у вищій освіті України. Пропонується використовувати штучний інтелект як цифрового асистента, що здатний аналізувати неструктуровані дані та формувати якісні силабуси освітніх компонентів. Розроблена система на базі мови Python допомагає викладачам узгоджувати зміст дисциплін із освітніми програмами, значно скорочуючи час на бюрократичну роботу. Особлива увага приділяється семантичному аналізу тексту та важливості людської перевірки згенерованих результатів для уникнення помилок. Такий підхід сприяє цифровізації університету, перетворюючи статичні документи на ефективні інструменти управління якістю навчання. Інтеграція новітніх технологій у процес розроблення навчально-методичної документації забезпечує високий рівень відповідності академічним стандартам та підтримку студентоцентрованого підходу.

Процес цифровізації вищої освіти в Україні вимагає не лише переведення документації в електронний формат, а й докорінного перегляду підходів до її створення. Одним із найбільш трудомістких завдань для науково-педагогічних працівників є розроблення силабусів освітніх компонентів (ОК), які мають відповідати суворим вимогам освітньо-професійних програм та внутрішнім методичним рекомендаціям університетів. Традиційні методи автоматизації, що базуються на жорстких шаблонах, не здатні ефективно працювати з неструктурованими текстовими даними або оцінювати якісну складову контенту [1]. Це зумовлює актуальність використання великих мовних моделей (LLM) для інтелектуальної підтримки формування методичних документів.

Сучасні моделі штучного інтелекту, доступні через прикладні програмні інтерфейси (API), дозволяють вийти за межі простого копіювання тексту. На відміну від класичних алгоритмів, LLM здатні здійснювати семантичний аналіз, що є критично важливим для створення силабусу як «контракту» між викладачем та студентом. У межах розробленої системи інтелектуальної підтримки LLM-моделі виконують такі функції:

- інтелектуальна обробка вхідних даних – витяг та структурування інформації з PDF-файлів ОПП, які часто є «статичним текстом», непридатним для простого машинного читання;
- генерація змістових блоків – допомога викладачу у формулюванні результатів навчання з використанням дієслів дії, що забезпечує їх вимірюваність та чіткість;
- контроль відповідності – перевірка того, чи не суперечить мета конкретної дисципліни загальному вектору та місії освітньої програми [2].

Проектування системи базується на використанні мови програмування Python та інтеграції з API провідних ШІ-моделей. Процес взаємодії з LLM у межах системи можна розділити на декілька етапів:

- підготовка контексту (Prompt Engineering) – формування запиту, який включає витягнуті дані з ОПП, вимоги методичних рекомендацій та специфіку конкретного освітнього компонента;
- семантична трансформація – перетворення сухих нормативних формулювань ОПП у доступну та зрозумілу для студента мову силабусу, що відповідає принципам студентоцентрованого навчання;
- валідація результатів – оскільки LLM можуть припускатися фактичних помилок, система передбачає роль викладача як верифікатора, що перетворює ШІ на «цифрового асистента», а не на повну заміну людині.

Однією з головних переваг використання LLM є можливість роботи з неформалізованими вимогами методичних рекомендацій [3]. Якщо структурні вимоги (кількість годин, наявність розділів) легко автоматизуються традиційними засобами, то оцінка логічності викладу, етичності політики курсу або актуальності методів навчання потребує інтелектуального аналізу. LLM дозволяють автоматизувати первинний аналіз цих параметрів, виявляючи стилістичні невідповідності або логічні лакуни в тексті документа ще на етапі чернетки.

Використання моделей штучного інтелекту дозволяє розв'язати суперечність між зростаючими бюрократичними вимогами та обмеженим часовим ресурсом викладача. Запропонована система інтелектуальної підтримки забезпечує: економію часу (автоматизація рутинних операцій з агрегації даних дозволяє викладачу зосередитися на творчому наповненні курсу); високу якість (мінімізація ризику неузгодженості між силабусом та ОПП, що є критичним під час акредитаційних процедур); уніфікацію (дотримання єдиного корпоративного стилю та структури документів у межах університету).

Таким чином, інтеграція LLM у процес створення навчально-методичної документації є перспективним напрямом розвитку «цифрового університету», що дозволяє трансформувати статичні документи у динамічні інструменти управління якістю освіти.

Список використаних джерел

1. Моторіна В. Г., Дем'яненко О. О., Марущак О. В. Аналіз впливу цифрових технологій на якість вищої освіти в Україні в умовах глобальних викликів. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 2024. № 10. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13846988> (дата звернення: 20.04.2026).
2. Що таке велика мовна модель (LLM)? SAP: вебсайт. URL: <https://www.sap.com/ukraine/resources/what-is-large-language-model> (дата звернення: 20.04.2026).
3. Методичні рекомендації щодо розроблення силабусу навчальної дисципліни. ПДАУ, 2024. 13 с. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/metodychnirekomendaciyisylabus24.pdf> (дата звернення: 20.04.2026).

*Горчакова Марина, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор*

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ БОТ ДЛЯ АГРЕГАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ РОЗКЛАДІВ НА ОСНОВІ RAG

Сучасний ринок пасажирських перевезень в Україні характеризується значною інформаційною фрагментацією. У зв'язку з закриттям авіасполучення після 2022 р., основне навантаження перерозподілилось на залізничний та автобусний транспорт, що суттєво загостило проблему доступу до консолідованої інформації про рейси. Для планування маршруту користувач змушений одночасно звертатися до порталу АТ «Укрзалізниця», комерційних агрегаторів (Busfor [1], Infobus [2]) та вебсторінок десятків приватних автоперевізників. Такий «ручний» підхід призводить до значних часових витрат і високого ризику отримання застарілої інформації з кешованих БД. Основною проблемою є відсутність уніфікованих API у більшості регіональних перевізників. Традиційні методи парсингу виявляються нестабільними через постійну зміну розмітки сайтів. Застосування ж «чистих» LLM без зовнішнього контексту спричиняє появу «галюцинацій» (вигаданих рейсів або застарілих цін). Саме тому метою роботи є розробка інтелектуального бота, який поєднує динамічний вебпошук GenAI для надання достовірних і актуальних транспортних даних у месенджер Telegram [3]. В основу архітектурного рішення покладено технологію RAG [4] і гібридний підхід, що перетворює статичну мовну модель на динамічну систему. На відміну від fine-tuning або класичного скрапінгу, RAG не потребує постійного перенавчання та не залежить від стабільності верстки конкретних сайтів, оскільки динамічно звертається до відкритих ресурсів у момент кожного запиту. Центральним елементом такого програмного комплексу є асинхронний оркестратор [5], який координує роботу трьох ключових компонентів: інтерфейсу Telegram, пошукового агента та генеративної моделі. При цьому обробка запиту відбувається у три етапи. Після отримання запиту природною мовою (наприклад, «Як доїхати з Полтави до Києва завтра після обіду?») оркестратор не передає його безпосередньо до LLM. Спочатку відбувається переформатування запиту: виділяються пункти маршруту, часові орієнтири та побажання щодо комфорту. На основі цих атрибутів формуються цільові запити до Tavily API [6], які охоплюють офіційні сайти автовокзалів, портал «Укрзалізниця» та сторінки приватних перевізників. Оскільки всі мережні операції виконуються асинхронно, то кілька джерел можуть оброблятися паралельно, що суттєво скорочує час очікування. Отримані текстові фрагменти проходять процедуру нормалізації (видаляються залишки HTML-розмітки, скрипти та рекламний контент). Очищені дані інтегруються у системний промпт GPT-4o [7] як тимчасова база знань. Цей промпт містить суворі інструкції: «Сформууй таблицю рейсів виключно на основі наданих даних. Якщо обов'язковий параметр відсутній – не вигадуй його». Кожен знайдений фрагмент має ваговий коефіцієнт релевантності, що визначає пріоритет його врахування при генерації відповіді. В даному випадку, GPT-4o виступає семантичним парсером: модель ідентифікує у тексті іменовані сутності, наприклад, часові мітки, геолокаційні точки, вартість, тип транспорту та технічні характеристики

(марка автобуса, наявність Wi-Fi, USB-розеток та ін.). Відповідь формується не у вільному текстовому форматі, а як масив JSON-об'єктів. Кожен такий об'єкт автоматично перевіряється бібліотекою Pydantic [8] на відповідність визначеній схемі даних. Рейси з відсутніми обов'язковими полями (ціна, час та ін.) відфільтровуються і не виводяться користувачу, що усуває «галюцинації» ще на етапі вилучення даних. Після проходження валідації JSON-об'єкти трансформуються у візуальні картки рейсів. Алгоритм компонування застосовує різні шаблони для залізничних (пріоритет номер потяга, клас вагона та ін.) та автобусних рейсів (пріоритет назва перевізника, модель автобуса, та ін.). До кожної картки динамічно генеруються Inline-кнопки з прямими посиланнями на сторінки купівлі квитків, перетворюючи результати пошуку з пасивного тексту на активний інструмент прийняття рішень.

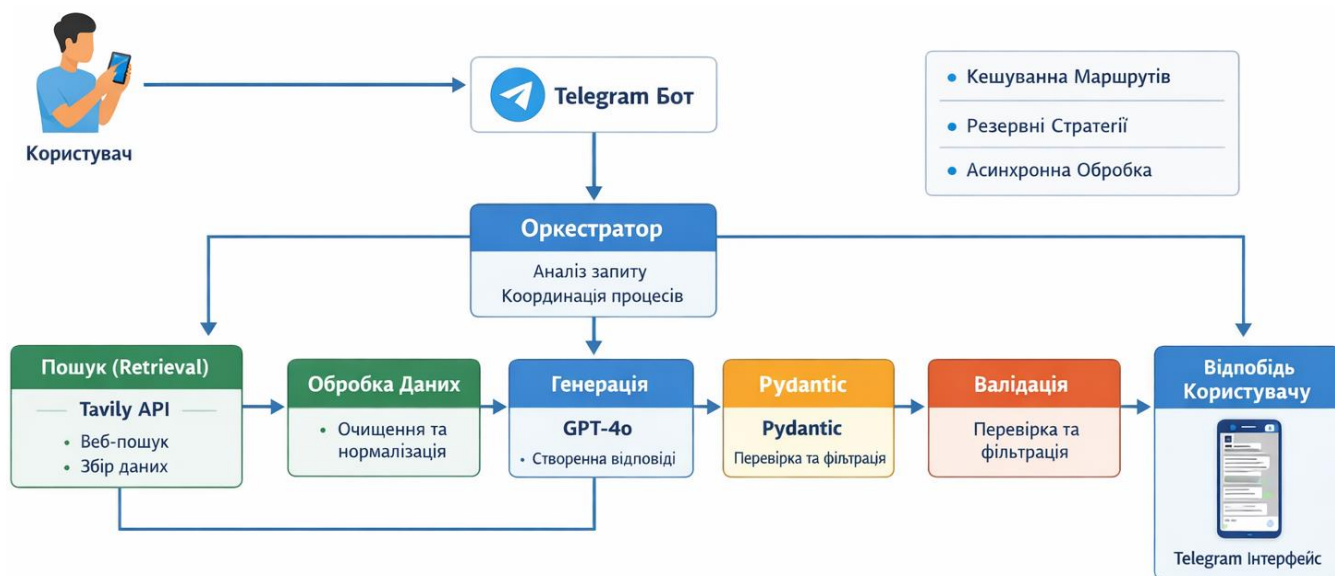


Рисунок 1 – Архітектура інтелектуального бота для агрегації транспортних розкладів

Окремим аспектом реалізації інтелектуального бота є механізм відмовостійкості. Оскільки система залежить від зовнішніх хмарних сервісів, то на рівні оркестратора реалізовано каскадні стратегії (fallback strategies). Наприклад, при тимчасовій недоступності Tavily API або перевищенні лімітів GPT-4o запропонований бот коректно інформує користувача про затримку без аварійного завершення сесії. Механізм кешування популярних маршрутів знижує навантаження на зовнішні API при повторних запитах. В цілому, розроблений інтелектуальний Telegram-бот вирішує актуальну задачу консолідованого доступу до транспортної інформації, усуваючи залежність від статичних баз даних. Застосування техніки RAG у поєднанні з GPT-4o та Tavily API забезпечує актуальність даних у режимі реального часу, а також мінімізує ризик недостовірних відповідей і гарантує адаптивність системи до змін у структурі сторінок перевізників без модифікації програмного коду. На відміну від існуючих рішень такого призначення полягає у запропонованому поєднанні семантичного пошуку Tavily з генеративною моделлю GPT-4o для мультимодального агрегування транспортних даних в єдиному діалоговому інтерфейсі месенджера. Подальші дослідження доцільно спрямувати на програмній

реалізації підключення запропонованого інтелектуального бота до інших месенджерів, а також розробці пропозиції щодо використання LLM на локальному сервері.

Список використаних джерел

1. Busfor. URL: <https://busfor.ua> (дата звернення 12.04.2026).
2. Infobus. URL: <https://infobus.eu/ua> (дата звернення 12.04.2026).
3. Telegram. URL: <https://telegram.org> (дата звернення 12.04.2026).
4. RAG. URL: Lewis P., Perez E., Piktus A. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.11401> (дата звернення 12.04.2026).
5. Aiogram. Документація асинхронного фреймворку для Telegram Bot API. URL: <https://docs.aiogram.dev> (дата звернення 12.04.2026).
6. Tavily AI. Documentation for LLM-optimized search API. URL: <https://docs.tavily.com> (дата звернення 12.04.2026).
7. OpenAI. GPT-4 technical report. 2023. URL: <https://openai.com/research/gpt-4> (дата звернення 12.04.2026).
8. Bray T. The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format. RFC 8259. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8259> (дата звернення 12.04.2026).
9. Pydantic. URL: <https://docs.pydantic.dev> (дата звернення 12.04.2026).

*Коваленко Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Одарущенко Олена*

PYTHON-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ГРАФІВ У КУРСІ «ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА»

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується активним впровадженням програмних засобів у сферу освіти, що значно підвищує ефективність навчального процесу. Особливо це стосується дисциплін математичного спрямування, зокрема курсу «Дискретна математика», який є фундаментальним для підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій. Однією з ключових складових цього курсу є теорія графів, яка знаходить широке застосування в комп'ютерних науках, телекомунікаціях, логістиці, соціальному аналізі та інших галузях. Графи є абстрактними структурами, що використовуються для моделювання різноманітних систем та процесів. Вони складаються з вершин і ребер, які відображають взаємозв'язки між об'єктами. Однак через високий рівень абстракції вивчення графів може викликати труднощі у студентів. У зв'язку з цим виникає потреба у використанні інструментів, що забезпечують наочне представлення графових структур і дозволяють інтерактивно взаємодіяти з ними. Актуальність розроблення Python-застосунку для візуалізації та аналізу графів зумовлена необхідністю підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та розвитку практичних навичок у студентів. Такий застосунок дає змогу поєднати теоретичні знання з практикою, що є важливим аспектом сучасної освіти. Використання інтерактивних інструментів сприяє кращому розумінню алгоритмів і принципів роботи графових структур.

Основною метою розроблення є створення програмного продукту, який дозволяє будувати, редагувати, візуалізувати та аналізувати графи різних типів. Застосунок повинен підтримувати роботу як з орієнтованими, так і з неорієнтованими графами, а також надавати можливість додавання та видалення вершин і ребер. Важливою складовою є забезпечення зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, який дозволить ефективно взаємодіяти з системою навіть користувачам без значного досвіду програмування. Функціональні можливості застосунку повинні включати реалізацію основних алгоритмів теорії графів. Зокрема, пошук у глибину (DFS) та пошук у ширину (BFS), які використовуються для обходу графа та аналізу його структури. Не менш важливим є алгоритм Дейкстри для знаходження найкоротших шляхів у зважених графах, який широко застосовується в задачах маршрутизації. Крім того, застосунок може реалізовувати визначення компонент зв'язності, перевірку графа на циклічність, знаходження ступенів вершин та інші аналітичні операції. Технологічною основою для розроблення доцільно обрати мову програмування Python, яка є однією з найпопулярніших мов у сфері освіти та науки. Її перевагами є простота синтаксису, велика кількість бібліотек та активна спільнота розробників. Для роботи з графами ефективно використовувати бібліотеку NetworkX, яка надає широкий набір інструментів для створення, модифікації та аналізу графових структур [1]. Вона дозволяє реалізувати складні алгоритми з мінімальними витратами

часу. Для візуалізації графів можуть бути використані бібліотеки Matplotlib або PyVis. Matplotlib забезпечує побудову статичних графічних зображень [2], тоді як PyVis дозволяє створювати інтерактивні веб-візуалізації, що значно підвищує наочність і зручність роботи. У разі необхідності створення повноцінного графічного інтерфейсу користувача можуть застосовуватись такі інструменти, як Tkinter або PyQt, які дозволяють розробляти десктопні застосунки з широкими можливостями взаємодії [3]. Особливу увагу слід приділити інтерактивності програмного продукту. Реалізація можливості покрокового виконання алгоритмів, підсвічування шляхів, відображення змін у структурі графа в реальному часі значно підвищує ефективність навчання. Такий підхід дозволяє студентам не лише спостерігати результат, а й розуміти процес його отримання.

Практичне значення розроблюваного застосунку полягає у можливості його використання не лише в навчальному процесі, а й для розв'язання прикладних задач. Зокрема, він може бути застосований для моделювання транспортних мереж, аналізу соціальних зв'язків, оптимізації маршрутів, дослідження комп'ютерних мереж тощо. Це розширює сферу використання розробки та підвищує її цінність. Крім того, використання такого програмного засобу сприяє розвитку алгоритмічного мислення, навичок програмування та аналізу даних. Студенти отримують можливість самостійно експериментувати з різними структурами графів, змінювати їх параметри та досліджувати результати роботи алгоритмів. Це формує більш глибоке розуміння навчального матеріалу.

Перспективами подальшого розвитку застосунку є розширення його функціональних можливостей, зокрема додавання нових алгоритмів (наприклад, алгоритму Флойда–Уоршелла або Прима), підтримка великих графів, інтеграція з веб-технологіями, а також створення анімацій для демонстрації роботи алгоритмів. Також можливим є впровадження системи збереження та завантаження графів для подальшого використання. Отже, розроблення Python-застосунку для візуалізації та аналізу графів є актуальним і перспективним напрямом, що поєднує сучасні інформаційні технології та освітні потреби. Використання такого інструменту сприятиме підвищенню якості навчання, кращому засвоєнню складних тем дискретної математики та формуванню практичних навичок у студентів.

Список використаних джерел

1. Дослідження та аналіз мережевих даних за допомогою Python | Programming Historian. URL: <https://glibesyck.github.io/ua/lessons/exploring-and-analyzing-network-data-with-python> (дата звернення: 01.04.2026).
2. Побудова графіків і візуалізація даних за допомогою Matplotlib. URL: <https://ua.linkedin.com/pulse/plotting-data-visualization-matplotlib-teri-eyenike-ajhpf?tl=uk> (дата звернення: 01.04.2026).
3. Tkinter python: Як використовувати. URL: <https://foxminded.ua/tkinter-python-yak-vykorystovuvaty/> (дата звернення: 01.04.2026).

*Кривий Ілля, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., доцент Одарущенко Олена*

ПРОЄКТУВАННЯ КОМЕРЦІЙНОГО ВЕБРЕСУРСУ ПІДПРИЄМСТВА З РЕАЛІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

У сучасному агробізнесі цифровізація вже не є конкурентною перевагою вона стала обов'язковою умовою виживання та зростання. Комерційний вебресурс підприємства, що реалізує сільськогосподарську техніку, перестає бути звичайним онлайн-каталогом і перетворюється на повноцінну цифрову екосистему, яка супроводжує клієнта від першого знайомства з моделлю до після продажного сервісу та повторної покупки.

З широким розвитком інформаційних технологій і глобальної цифровізації для успішного ведення бізнес процесів улюбій галузі. Вебресурс сучасних компаній став не тільки засобом представлення інформації, а й став складною багаторівневою системою, що мусить забезпечувати автоматизовану обробку даних і комунікацію.

Проектування таких ресурсів виконується з використання сучасних методів проектування і системного аналізу. Воно повинне включати побудову стабільної архітектури, створення якісного дизайну і захисту даних серверної частини. Його виконання передбачає глибокий вибір технічних рішень і стабільного програмного забезпечення.

Враховуючи специфіку ринку сільськогосподарської техніки розробка такого вебресурса передбачає врахування галузевих особливостей агробізнесу. В основі вебресурс має надавати користувачу більш детальну інформацію про шукану техніку, стабільну роботу і якісний користувацький досвід.

Важливим елементом розробки і проектування вебресурса є реалізація бекенда. Він визначає внутрішню сторону ресурса, такі як базу даних, веб-сервер і структуру, для його створення використовуються такі серверні мови програмування Python, PHP, .Net, Swift, Objective-C, JavaScript, Ruby, Kotlin, C#, C++, GO та Dart [1]. Він мусить гарантувати стабільну роботу усього вебресурса, реалізацію гнучких алгоритмів, які забезпечать модульність системи, що критично важливим для подальшого масштабування і впровадження нових функцій. Для максимальної можливості покращення бізнес логіка вебресурсу буде побудована за принципами Rest API.

Важливим елементом вебресурсу є реляційна база даних з детально розробленою структурою. Так як кожна одиниця техніки описується десятками різних параметрів, база має бути ретельно структурована та інтегрована у вебресурс. Глибока нормалізація допоможе усунути дублювання даних і забезпечит нормалізацію інформації в реальному часі.

Наступним аспектом проектування вебресурса є реалізація алгоритмів фільтрації. Для продуктивної роботи з великою кількістю одиниць необхідне впровадження механізму індексування полів та оптимізації SQL-запитів на рівні бази даних. Це дозволить швидко знаходити необхідні позиції, що значно покращить користувацький досвід та знизить навантаження на обчислювальні ресурси.

Не менш важливим для користувацького досвіду є створення адаптивного інтерфейсу користувача на принципах веб-дизайну та юзабіліті тестування. Також необхідно враховувати, що велика частка користувачів користується мобільними пристроями для користування ресурсом, система не має бути перегруженою на графічний контент і демонструвати високу продуктивність. Для створення даної частини вебресурса в основному використовують такі мови програмування, як HTML, CSS і JavaScript [2]

Враховуючи направленість нашого вебресурсу немало важливою складовою може стати інтеграція зовнішніх програмних інтерфейсів. До основного можна віднести інтеграцію платіжної системи, наприклад PayPal, LiqPay або Strite. Не на останньому місці стоїть інтеграція ERP-системи, яка зможе забезпечити актуальність інформації про наявність товару [3]. Для кращої взаємодії з клієнтом можна інтегрувати бот з розсилкою повідомлень у месенджерах. Функціональні можливості вебресурса можна збільшити за допомогою налаштування на ньому інтерактивних інструментів прийняття рішень. Це може бути модуль для розрахунку лізингових платежів, система порівняння техніки або система перевірки сумісності техніки і обладнання. Дані рішення можуть скоротити час перепродажних бізнес процесів та зменшити навантаження на персонал.

Забезпечення безпеки ресурсу за допомогою встановлення SSL-сертифікату, що забезпечить шифрування даних між користувачем і ресурсом. Також важливо розділити права користувача і адміністратора. Для подальшого покращення безпеки необхідно налаштувати двофакторну аутентифікацію доступу для адміністративного входу. Економічну доцільність створення даного вебресурсу можна охарактеризувати збільшення цільової аудиторії з району до декількох областей завдяки глобальній мережі інтернет. Вебресурс стає не просто інструментом реалізації товару, а і збирачем даних про поведінку клієнтів. Ці дані в майбутньому можуть бути використані для оптимізацій асортименту та покращення взаємодії з клієнтами.

У підсумку проектування даного вебресурса мусить забезпечити надійний цифровий фундамент, гарантувати прозорість та швидкість взаємодії між клієнтом і фірмою. Його розробка дозволить успішно адаптувати стандартні методи веброзробки до специфічних потреб аграрних господарств.

Список використаних джерел

1. Бунке О.С. Серверні веб-технології: навч. посібн. Київ: КПІ, 2023. 108 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/5e3e77bd-fd03-4154-8841-dc16f26a7d1c/content> (дата звернення 29.03.2026).
2. Що таке фронтенд розробка: складові, етапи та технології: веб-сайт. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/chto-takoe-front-end-razrabotka> (дата звернення 31.03.2026)
3. Інтеграція сторонніх API для вебсайтів та внутрішніх корпоративних систем: веб-сайт. URL: <https://secl.com.ua/third-party-api-integration/> (дата звернення 31.03.2026)

*Майборода Віталіна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Одарущенко Олена*

РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВЕБСАЙТУ ДЛЯ НАДАННЯ ПОСЛУГ ЗІ ВСТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасний розвиток ІТ безпосередньо впливає на підвищення ефективності бізнес-процесів у сфері енергозбереження. Особливо актуальним є створення інформаційних вебресурсів, які забезпечують зручний доступ користувачів до послуг зі встановлення енергоефективних технологій, таких як сонячні панелі, системи «розумного дому», теплові насоси тощо. Зростання вартості енергоресурсів та необхідність адаптації систем енергоспоживання до сучасних економічних умов стимулюють попит на енергоефективні рішення. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні вебсайтів, що не лише інформують користувачів, а й надають можливість швидкого замовлення послуг, розрахунку вартості та отримання консультацій. Вебсайт для надання таких послуг повинен відповідати сучасним вимогам до юзабіліті, швидкодії та безпеки. Важливими складовими є адаптивний дизайн, інтерактивний інтерфейс та інтеграція із зовнішніми сервісами.

Енергоефективність будівель може бути значно підвищена шляхом впровадження сучасних технологій, включаючи автоматизовані системи управління енергоспоживанням та використання відновлюваних джерел енергії. Такі системи дозволяють знизити витрати енергії до 30-50% залежно від типу об'єкта [1]. Важливим фактором є також інформування користувачів про можливості оптимізації споживання енергії. Інформаційні платформи відіграють ключову роль у поширенні таких рішень. Процес розроблення вебсайту включає кілька етапів: аналіз вимог, проектування структури, розроблення інтерфейсу, програмування та тестування. На етапі аналізу визначаються основні функції системи: каталог послуг, форма замовлення, калькулятор вартості, система зворотного зв'язку та адміністративна панель. Особливу увагу слід приділити вибору технологій розроблення. Для клієнтської частини можуть використовуватись HTML, CSS, JavaScript, а для серверної – сучасні фреймворки, такі як Node.js або Django. Вебтехнології дозволяють створювати інтерактивні інформаційні системи, які забезпечують ефективну взаємодію між користувачем і сервісом. Використання сучасних фреймворків значно скорочує час розробки та підвищує якість програмного продукту. Крім того, важливо забезпечити адаптивність вебресурсу для різних типів пристроїв. Це підвищує доступність сервісу для широкого кола користувачів [2]. Функціональні можливості вебсайту можуть включати автоматизований підбір енергоефективних рішень на основі введених користувачем параметрів. Наприклад, калькулятор може враховувати площу приміщення, рівень споживання енергії та кліматичні умови. Це дозволяє підвищити точність розрахунків і спростити процес прийняття рішень для клієнта. Важливим аспектом є також забезпечення інформаційної безпеки та захисту персональних даних користувачів. Використання протоколу HTTPS, систем автентифікації та захисту від атак є обов'язковими елементами сучасного вебресурсу. Забезпечення безпеки вебдодатків є критично важливим, оскільки вони обробляють

конфіденційну інформацію користувачів. Основними загрозами є SQL-ін'єкції, міжсайтовий скриптинг та несанкціонований доступ. Використання сучасних методів захисту дозволяє значно знизити ризики. Регулярне тестування та оновлення системи є необхідною умовою її надійної роботи [3]. У процесі розроблення інформаційного вебсайту доцільно передбачити інтеграцію з сучасними сервісами аналітики та моніторингу. Використання таких інструментів дозволяє відстежувати поведінку користувачів, визначати найбільш популярні послуги та оптимізувати структуру сайту відповідно до реальних потреб клієнтів. Наприклад, аналіз даних може показати, які саме енергоефективні рішення користуються найбільшим попитом, що дозволяє компанії адаптувати свої пропозиції.

Крім того, доцільним є впровадження системи онлайн-консультацій або чат-ботів, які забезпечують оперативний зв'язок із клієнтами. Це значно підвищує рівень сервісу та скорочує час прийняття рішень користувачами. Інтерактивні елементи, такі як форми швидкого замовлення або зворотного дзвінка, також сприяють підвищенню конверсії вебресурсу. Ще одним важливим аспектом є пошукова оптимізація (SEO), яка забезпечує видимість сайту в мережі Інтернет. Грамотно налаштована SEO-стратегія включає використання релевантних ключових слів, оптимізацію структури сторінок та підвищення швидкості завантаження сайту. Це дозволяє залучати більше потенційних клієнтів без значних витрат на рекламу. Не менш важливою є інтеграція вебсайту з системами управління контентом (CMS), що дозволяє легко оновлювати інформацію про послуги, ціни та нові технології без залучення розробників. Це особливо актуально для сфери енергоефективності, де технології швидко змінюються та вдосконалюються. Також варто враховувати можливість масштабування вебсайту, оскільки з розвитком бізнесу може виникнути потреба у розширенні функціоналу, додаванні нових сервісів або інтеграції з платіжними системами. Гнучка архітектура програмного забезпечення дозволяє реалізувати такі зміни без значних витрат ресурсів.

Таким чином, розроблення інформаційного вебсайту для надання послуг зі встановлення енергоефективних технологій є актуальним завданням, що поєднує сучасні IT-рішення та потреби енергозбереження. Створення такого ресурсу сприятиме підвищенню обізнаності користувачів, спрощенню доступу до послуг та розвитку ринку енергоефективних технологій.

Список використаних джерел

1. Energy Efficiency 2022 / International Energy Agency. Paris, 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022> (дата звернення: 31.03.2026).
2. Web development technologies. MDN Web Docs: веб-сайт. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web> (дата звернення: 31.03.2026).
3. OWASP Top Ten Web Application Security Risks. OWASP Foundation: веб-сайт. URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> (дата звернення: 31.03.2026).

*Макаренко Станіслав, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід*

ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ НА БАЗІ СТЕКУ PYTHON-MYSQL-JAVASCRIPT

В роботі описана розробка веборієнтованої системи, призначеної для автоматизованого моніторингу успішності студентів у закладах вищої освіти. Обґрунтовується використання технологічного стеку, що включає Python для серверної логіки, MySQL для керування базами даних та JavaScript для створення інтерактивного інтерфейсу. Детально розкрито архітектуру проєкту, зокрема впровадження клієнт-серверної моделі, алгоритмів розрахунку середнього бала та візуалізації аналітики через динамічні дашборди. Приділяється увага забезпеченню швидкодії системи за допомогою технології AJAX та розмежуванню прав доступу для різних категорій користувачів. Результати тестування підтверджують ефективність програмного рішення як інструмента для цифровізації освітнього процесу. У підсумку наголошується на можливості масштабування системи та її подальшої інтеграції з мобільними додатками.

Ефективне управління освітнім процесом у закладах вищої освіти неможливе без автоматизації збору та обробки даних про успішність здобувачів. Створення спеціалізованих веборієнтованих систем дозволяє забезпечити мобільність, багатокористувацький доступ та високу швидкість обробки інформації. Метою даної роботи є опис процесу розроблення програмного рішення для моніторингу навчальних досягнень, що базується на сучасному стеку технологій, який поєднує стабільність серверної частини та інтерактивність користувацького інтерфейсу.

Для реалізації системи було обрано стек Python – MySQL – JavaScript, що обумовлено наступними чинниками:

- Python (фреймворк Flask/FastAPI [1-3]) забезпечує швидку розробку серверної логіки, має потужні бібліотеки для аналізу даних (Pandas [4], NumPy [5]) та легку інтеграцію з базами даних [6-8];
- MySQL [9] – надійна реляційна система управління базами даних, що дозволяє структурувати складні зв'язки між об'єктами «Студент», «Група», «Дисципліна» та «Оцінка»;
- JavaScript (AJAX [10], Chart.js [11]) дозволяє створити динамічний фронтенд, який оновлює дані без перезавантаження сторінки, що є критичним для інформаційних панелей (дашбордів) [12].

В основі розробки лежить клієнт-серверна архітектура. Процес проєктування включав створення декількох моделей [13]:

- інформаційна модель – визначено потоки даних від викладача (введення балів) до адміністратора (перегляд агрегованої аналітики);
- модель бази даних – розроблено схему в третій нормальній формі, що мінімізує надлишковість даних. Ключові таблиці включають users (користувачі та

ролі), students (особисті дані), subjects (перелік дисциплін) та grades (результати оцінювання з прив'язкою до дат та типів контролю);

- алгоритмічне забезпечення – розроблено алгоритми автоматичного розрахунку середньозваженого бала, формування рейтингів та визначення динаміки успішності (порівняння поточних результатів із попередніми періодами).

Серверна логіка реалізована на мові Python. Основні функції бекенду включають:

- автентифікація та авторизація – розмежування прав доступу (адміністратор має повний доступ до редагування, користувач – лише до перегляду аналітики);

- API-ендпоінти – створення маршрутів для передачі даних у форматі JSON, що забезпечує гнучкість при взаємодії з фронтендом;

- обробка запитів до БД – використання SQL-запитів для агрегації даних (наприклад, групування оцінок за семестрами для побудови лінійних графіків).

Візуальна частина системи реалізована за допомогою HTML5, CSS3 та JavaScript. Головним елементом системи є інформаційна панель, яка містить:

- віджети статистичних показників – картки з оперативною інформацією (загальна кількість студентів, середній бал по факультету/кафедрі);

- інтерактивні діаграми – використовуються JavaScript-бібліотеки для побудови гістограм успішності груп та секторні діаграми розподілу оцінок (відмінно, добре, задовільно, незадовільно);

- модуль фільтрації – дозволяє миттєво змінювати розріз даних (наприклад, переглянути успішність конкретної групи лише з певної дисципліни).

Застосування технології AJAX дозволяє системі звертатися до сервера у фоновому режимі. Це забезпечує високу швидкість відгуку інтерфейсу, що значно покращує користувацький досвід (UX) порівняно зі статичними вебсторінками. Під час розробки було проведено функціональне тестування системи на контрольних наборах даних. Перевірялася коректність розрахунку статистичних показників при великій кількості записів у базі даних та стабільність роботи інтерфейсу при одночасному зверненні декількох користувачів. Результати тестування підтвердили відповідність розробленої системи поставленим технічним вимогам.

Реалізація системи моніторингу на базі стеку Python-MySQL-JavaScript дозволила створити гнучкий, масштабований та економічно ефективний інструмент для ЗВО. Використання веборієнтованого підходу забезпечує легкість впровадження системи без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення на локальні комп'ютери користувачів. Перспективою подальшого розвитку є розробка мобільного додатка на базі створеного API та інтеграція системи з наявними електронними журналами.

Список використаних джерел

1. Flask Documentation (3.1.x). *Flask.palletsprojects*: вебсайт URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/> (дата звернення: 12.04.2026).

2. FastAPI vs. Flask: Python web frameworks comparison and tutorial. *Contentful*: вебсайт. URL: <https://www.contentful.com/blog/fastapi-vs-flask/> (дата звернення: 14.04.2026).

3. Relan K. Building REST APIs with Flask: Create Python Web Services with MySQL APress, 2019. 199 с. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5022-8> (дата звернення: 16.04.2026).
4. Pandas. *Pydata*: вебсайт. URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата звернення: 16.04.2026).
5. NumPy. *Numpy*: вебсайт. URL: <https://numpy.org/> (дата звернення: 16.04.2026).
6. Python Documentation. *Python*: вебсайт. URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 12.04.2026).
7. Romano F., Hillar G.C., Ravindran A. Learn Web Development with Python: Packt Publishing Ltd, 2018. 796 с. URL: [https://edu.anarcho-copy.org/ Programming %20Languages/Python/learn-web-development-python-hands.pdf](https://edu.anarcho-copy.org/Programming%20Languages/Python/learn-web-development-python-hands.pdf) (дата звернення: 16.04.2026).
8. R_d media. Python та MySQL: практ. посібн. Ч. 1. *Robotdreams*: вебсайт. URL: <https://robotdreams.cc/uk/blog/484-python-ta-mysql-povniy-praktichniy-posibnik-ch-1>. (дата звернення: 16.04.2026).
9. MySql. *Mysql*: вебсайт. URL: <https://www.mysql.com/> (дата звернення: 16.04.2026).
10. Що таке AJAX та його застосування в реальних проектах. *Foxminded*: вебсайт. URL: <https://foxminded.ua/ajax/> (дата звернення: 16.04.2026).
11. Chart.js. *Chartjs*: вебсайт. URL: <https://www.chartjs.org/> (дата звернення: 16.04.2026).
12. Сучасний підручник з JavaScript. *Javascript.info*: вебсайт. URL: <https://uk.javascript.info/> (дата звернення: 16.04.2026).
13. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. Database System Concepts. Seventh Edition. McGraw-Hill, 2019. 1282 р. URL: <https://www.db-book.com/> (дата звернення: 16.04.2026).

*Метелик Олександр, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМ ШІ З ВИЯВЛЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ

Стрімкий розвиток систем ШІ зумовив появу принципово нових загроз у сфері захисту персональних даних. Якщо традиційні ризики витоку інформації були пов'язані переважно з цілеспрямованими атаками або недбалістю операторів, то сучасні ШІ-системи здатні агрегувати, структурувати та деанонімізувати особисті відомості в автоматичному режимі – без відома та згоди осіб, яких ці дані стосуються. Особливої гостроти проблема набуває в контексті масового впровадження великих мовних моделей, що навчаються на колосальних масивах загальнодоступного контенту. Мета цієї роботи – проаналізувати механізми виявлення й обробки персональних даних сучасними ШІ-системами та оцінити пов'язані з цим ризики для конфіденційності.

Більшість великих мовних моделей формують свою базу знань за допомогою автоматизованого збору даних із загальнодоступних веб-ресурсів – так званого парсингу. Ця технологія дозволяє програмно отримувати вміст статей, публікацій у соціальних мережах, ілюстрацій, відеоматеріалів та вихідного коду. Принципова проблема полягає в тому, що алгоритми збору не розрізняють публічно доступні та захищені авторським правом матеріали [1]. Зокрема, модель ChatGPT неодноразово ставала об'єктом судових позовів з боку медіаорганізацій та авторів, зокрема газети «Нью-Йорк Таймс» і письменника Джорджа Р. Р. Мартіна, у зв'язку з несанкціонованим використанням їхнього контенту [2].

Аналогічні питання постали щодо китайської моделі DeepSeek, запущеної у січні 2025 року. На думку ряду дослідників, ця модель могла навчатися на матеріалах, захищених авторськими правами та ліцензійними угодами, включно з науковими публікаціями та патентами, що порушує встановлені правові норми [2].

Окремої уваги заслуговує технологія збагачення даних (data enrichment) за допомогою ШІ – процес, при якому розрізнені та неповні відомості з різних джерел об'єднуються у цілісні структуровані профілі. Порівняно з традиційними підходами, що спиралися на ручний пошук, формули електронних таблиць або базові ETL-скрипти, сучасні ШІ-рішення здійснюють цей процес значно швидше та масштабованіше. Для цього використовується комплекс взаємопов'язаних технологій, наведених у табл. 1.

Використання зазначених технологій у комплексі дозволяє ШІ-системам перетворювати розрізнені публічно доступні відомості – записи у соціальних мережах, коментарі на форумах, дані з відкритих реєстрів – у детальні персональні профілі конкретних осіб. Цей процес відбувається без прямої взаємодії з конкретними базами персональних даних і тому формально може не підпадати під дію традиційних механізмів захисту інформації. Особливо небезпечним є те, що навіть анонімізовані набори даних піддаються повторній ідентифікації [3]. Зіставлення кількох непрямих ознак – геолокації, часових патернів активності, кола контактів, мовних особливостей

– дозволяє встановити особу з високою достовірністю. Таким чином, сучасні ШІ-системи становлять загрозу конфіденційності навіть тоді, коли жодна з використовуваних ними точок даних окремо не є персональною.

Таблиця 1 – Технології ШІ для збагачення та структурування персональних даних

Технологія	Функція	Приклад застосування
Машинне навчання (ML)	Визначення зразків, імпутування відсутніх полів, ранжування джерел	Прогнозування посади на основі схожих записів
Обробка природної мови (NLP) та розпізнавання іменованих сутностей (NER)	Витягування імен, організацій, тем, настроїв з неструктурованого тексту	Аналіз публікацій у соціальних мережах
Оптичне розпізнавання символів (OCR) та інтелектуальна обробка документів (IDP)	Перетворення документів на структуровані поля	Розпізнавання рахунків-фактур, договорів
Координація API та механізми дедуплікації	Підтримання актуальності даних у режимі реального часу	Синхронізація записів з кількох баз даних

Проведений аналіз свідчить про те, що системи штучного інтелекту, здатні до автоматизованого збору та збагачення даних, формують якісно нову категорію ризиків для захисту персональної інформації. Парсинг контенту без згоди авторів, навчання моделей на матеріалах, захищених авторським правом, і деанонімізація осіб через агрегування публічних відомостей – усе це виходить за межі можливостей чинного законодавства, розробленого для традиційних загроз. Необхідне вдосконалення нормативної бази у напрямку регулювання не лише прямої обробки персональних даних, а й непрямих методів їх отримання, властивих сучасним ШІ-системам.

Список використаних джерел

1. Sherpas. L'IA et le vol de données: comment ça fonctionne vraiment. URL: <https://sherpas.com/blog/ia-vol-donnees/> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Bright Data. Enrichissement des données par l'IA: Améliorer les données pour des décisions plus intelligentes. URL: <https://brightdata.fr/blog/ai/ai-data-enrichment> (дата звернення: 15.04.2026).
3. Регламент (ЄС) 2016/679 Європейського Парламенту і Ради про захист фізичних осіб у зв'язку з обробкою персональних даних (GDPR). Official Journal of the European Union. 2016. L 119. С. 1–88 (дата звернення: 15.04.2026).

*Мітлицький Назар, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

РОЗРОБКА ЧАТБОТА ДЛЯ ПІДТРИМКИ КОРИСТУВАЧІВ МАРКЕТПЛЕЙСУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Сучасні маркетплейси обслуговують мільйони користувачів, що зумовлює значне навантаження на служби підтримки. Автоматизація обробки звернень за допомогою чатботів є одним із ключових напрямів підвищення ефективності клієнтського сервісу [1]. Особливої актуальності набуває впровадження рішень на базі великих мовних моделей (LLM), здатних розуміти природну мову та генерувати контекстуально доречні відповіді [2]. Метою роботи є розробка інтелектуального чатбота для автоматизованої підтримки користувачів маркетплейсу, який забезпечить обробку типових запитів щодо статусу замовлень, повернень товарів та загальних питань роботи платформи. Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання: аналіз існуючих рішень у сфері чатботів для електронної комерції; проектування архітектури чатбота з урахуванням вимог маркетплейсу; реалізація модуля розпізнавання намірів користувача (intent recognition); інтеграція з API маркетплейсу для отримання актуальних даних про замовлення; тестування та оцінка якості відповідей системи. Архітектура розробленої системи включає три основні компоненти: модуль обробки природної мови (NLP), модуль управління діалогом та модуль інтеграції з бізнес-логікою платформи. Для реалізації NLP-компонента використовується API на основі трансформерної архітектури, що забезпечує точність класифікації намірів на рівні понад 90% [3]. У ході тестування системи на реальних запитах користувачів маркетплейсу встановлено, що чатбот успішно обробляє до 78% звернень без залучення оператора, що відповідає кращим галузевим показникам [4]. Середній час відповіді системи не перевищує 1,5 секунди, що забезпечує комфортний користувацький досвід.

Таблиця 1 – Порівняння підходів до реалізації чатбота

Підхід	Переваги	Недоліки
Rule-based системи	Висока передбачуваність відповідей	Обмежена гнучкість
ML-класифікатори	Адаптація до нових запитів	Потребують великих датасетів
LLM (GPT-подібні)	Розуміння контексту діалогу	Висока обчислювальна вартість

Таким чином, розроблений чатбот є ефективним інструментом автоматизації підтримки користувачів маркетплейсу. Перспективами подальших досліджень є розширення функціональності системи за рахунок інтеграції з модулями персоналізації та аналітики поведінки користувачів.

Список використаних джерел

1. Adamopoulou E., Moussiades L. An Overview of Chatbot Technology. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Cham, 2020. P. 373–383. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31 (дата звернення: 16.04.2026).

2. Brown T. et al. Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2020. Vol. 33. P. 1877–1901 (дата звернення: 16.04.2026).

4. Devlin J. et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *Proceedings of NAACL-HLT*. 2019. P. 4171–4186 (дата звернення: 16.04.2026).

5. A. Xu et al. A New Chatbot for Customer Service on Social Media. *CHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*, Denver Colorado USA. New York, NY, USA, 2017. URL: <https://doi.org/10.1145/3025453.3025496> (дата звернення: 16.04.2026).

*Налізько Кирило, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Електрична інженерія»
Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Протас Надія*

ІНДУСТРІЯ ВІДЕОІГОР ЯК ДРАЙВЕР ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Індустрія відеоігор сьогодні є однією з найдинамічніших сфер цифрової економіки. Вона поєднує програмування, дизайн, анімацію, звук, сценаристику, маркетинг, тестування та менеджмент. Для України ця галузь має особливе значення, оскільки здатна створювати високооплачувані робочі місця, залучати валютні надходження, стимулювати розвиток ІТ-освіти та формувати позитивний міжнародний імідж країни як центру технологічної креативності. Умови сучасного ринку показують, що відеогра є не лише формою розваги, а й повноцінним цифровим продуктом, який може продаватися у світі без значних витрат на фізичне виробництво і логістику. Саме тому вивчення впливу українських відеоігор на економіку є актуальним як для науки, так і для практики.

Метою нашого дослідження було визначити вплив відеоігор українських розробників на економіку та з'ясувати, як легко створювати власну гру на платформі Unity [1]. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання: проаналізувати економічні переваги розвитку геймдеву в Україні; охарактеризувати можливості Unity для початківців; визначити, як VRoid Studio [3] може допомогти у швидкому створенні персонажів; а також окреслити основні кроки публікації гри на Steam [4].

Під час підготовки тез було використано аналіз офіційної документації Unity, VRoid Studio та Steamworks, а також порівняльний і узагальнювальний методи. Такий підхід дав змогу розглянути не лише теоретичні аспекти, а й практичний шлях від ідеї до готового продукту. Особлива увага приділялася тому, наскільки доступним є старт у розробці ігор для новачка, які інструменти скорочують час виробництва та як цифрова дистрибуція впливає на економічну ефективність проєкту.

Результати досліджень показали, що на сьогодні ігрова індустрія має не лише розважальне значення, а здійснює значний економічний, інноваційний, навчальний та культурний вплив [5]. Українські відеоігри можуть мати помітний економічний ефект. По-перше, вони створюють робочі місця для програмістів, 2D та 3D художників, аніматорів, левел-дизайнерів, QA-фахівців і менеджерів продукту. По-друге, вони сприяють експорту інтелектуального продукту, адже цифровий товар можна продавати на глобальному ринку. По-третє, ігрові проєкти стимулюють суміжні галузі, зокрема освіту, кіберспорт, стримінг, локалізацію та рекламний сектор. Для України це означає не тільки прибуток окремих студій, а й розвиток цілого кластера креативної економіки.

З практичного погляду створити власну гру, наприклад в Unity, значно простіше, ніж це здається на перший погляд. В майстерні Unity вже додано starter assets [2] для всіх типів відео ігор, vrm-tools дозволяє безперешкодно імпортувати vrm моделі одразу синхронізуючись разом з starter assets, а штучний інтелект швидко напише код на с# для базової логіки гри. Для початку достатньо невеликого прототипу, який окреслить ідею гри. Якщо потрібен персонаж, VRoid Studio дозволяє швидко створити 3D-аватар без складного моделювання з нуля. Це важливо для

невеликих команд або одноосібної розробки, оскільки скорочує витрати часу на художнє виробництво. Після підготовки гри її можна поширювати через Steam. Офіційна документація Steamworks вказує, що реліз проходить через перевірку та схвалення, а перед випуском необхідно пройти процес підготовки сторінки продукту та дотриматися вимог платформи. Сучасні інструменти дають змогу навіть невеликим українським командам створювати конкурентні продукти та виходити на міжнародний ринок.

Отже, відеоігри є важливим елементом і перспективним чинником української економіки, оскільки вони поєднують високотехнологічне виробництво, творчість і експортний потенціал. Розвиток геймдеву сприяє зростанню зайнятості, формуванню нових професій, збільшенню валютних надходжень і популяризації України як країни сильних ІТ-спеціалістів. Практика показує, що створення власної гри сьогодні є реалістичним завданням навіть для невеликої команди, якщо використовувати доступні інструменти Unity, VRoid Studio та Steamworks. Саме тому підтримка українських розробників відеоігор має стратегічне значення для економіки держави.

Список використаних джерел

1. Unity Manual. Create your first project. Офіційна документація Unity щодо створення проєкту в Unity Hub. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.3/Documentation/Manual/index.html> (дата звернення: 15.04.2026).
2. Unity Manual. Get started with 3D game development. Офіційна документація Unity щодо старту 3D-розробки. URL: <https://docs.unity3d.com/6000.4/Documentation/Manual/Quickstart3D.html> (дата звернення: 15.04.2026)
3. VRoid Studio Guidelines. Офіційні правила VRoid Studio щодо створення, експорту та використання моделей URL: <https://vroid.com/en/studio/guidelines> (дата звернення: 17.04.2026)
4. Steamworks Documentation. Getting Started, Release Process, Setting Your Game's Release Date. Оф. матеріали Steamworks щодо підготовки, перевірки та випуску гри URL: <https://partner.steamgames.com/doc/home> (дата звернення: 17.04.2026).
5. Майстренко Ю., Бродовський А. Перспективи розвитку ігрової індустрії в Україні. *Економіка і управління*. 2024. Вип. 3. С. 142-150. DOI: 10.36919/2312-7872.3.2024.142 (дата звернення: 17.04.2026).

*Панченко Ярослав, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.е.н., доцент Панасенко Наталія*

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Сучасний ІТ-фахівець працює не з окремими фрагментами коду, а з складними інформаційними системами, які складаються з багатьох взаємопов'язаних компонентів (програми, бази даних, сервери, користувачі, бізнес-процеси). Системний аналіз – це підхід, який дозволяє розглядати систему як єдине ціле, а не набір окремих компонентів, визначати взаємодію елементів системи, знаходити причини проблем, приймати обґрунтовані рішення щодо вдосконалення системи. ІТ-фахівець із навичками системного аналізу вміє аналізувати причини виникнення проблем, враховувати вплив змін на інші елементи системи та забезпечувати стабільність всієї системи. Системний аналіз дає можливість краще розуміти складні проекти, уникати помилок при розробці та створювати більш ефективні та надійні інформаційні системи. Ключовим елементом успішної розробки та впровадження ІТ-проектів є системний аналіз, оскільки дозволяє обирати оптимальні методи відповідно до вимог конкретної задачі. Його основне завдання полягає у глибокому розкритті проблем для осіб, що приймають рішення, забезпечуючи розуміння наслідків різних варіантів дій і сприяючи обґрунтованому вибору найкращого рішення з урахуванням як формалізованих, так і неформалізованих факторів [1].

Використання методів системного аналізу є важливою передумовою ефективного проєктування інформаційних систем, оскільки забезпечує структурований підхід до дослідження складних об'єктів і процесів. Методи системного аналізу становлять сукупність взаємопов'язаних підходів та інструментів, що формують його методологічну основу. Вони застосовуються для дослідження, моделювання та оптимізації систем з урахуванням їхніх цілей, структури та взаємозв'язків між компонентами. Серед основних методів виділяють декомпозицію системи на підсистеми для детального аналізу, структурний аналіз і моделювання (IDEF-діаграми, ER-діаграми), функціональний аналіз бізнес-процесів, сценарний аналіз, а також використання математичних та імітаційних моделей для оцінювання поведінки системи. Застосування зазначених методів дає змогу виявити вимоги до системи, визначити її архітектуру, оцінити альтернативні рішення та обрати оптимальний варіант реалізації з урахуванням ефективності, масштабованості та надійності. Сучасний ІТ-спеціаліст повинен не лише володіти технічними інструментами, а й розуміти принципи функціонування складних систем і застосовувати системний аналіз як ключовий підхід до комплексного вирішення задач, що зумовлює зростання ролі системних аналітиків як невід'ємної частини ІТ-команд [2]. Етапи системного аналізу при розробці інформаційної системи формують послідовний процес дослідження предметної області, визначення вимог та підготовки обґрунтованого проєктного рішення (рис. 1).

1 етап. Визначення проблеми та цілей системи. На цьому етапі формулюється загальна проблема, яку має вирішувати інформаційна система, визначаються її цілі,

межі та очікувані результати. Аналізується предметна область і контекст функціонування майбутньої системи.

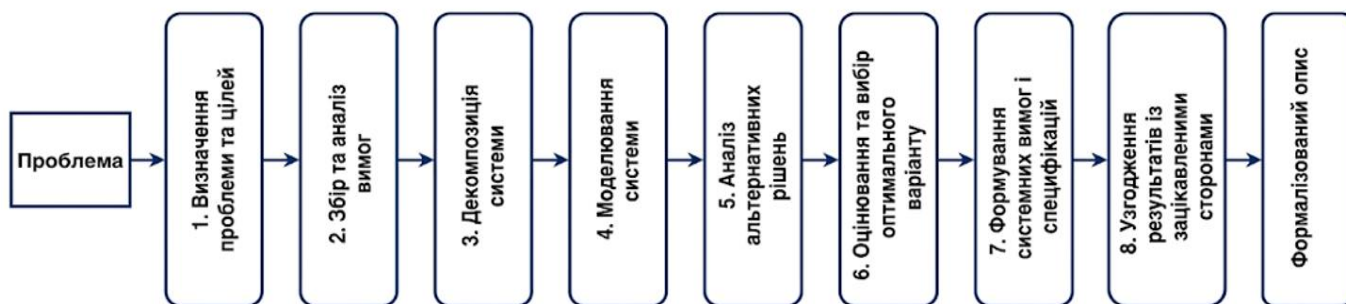


Рисунок 1 – Взаємозв'язок етапів системного аналізу

2 етап. Збір та аналіз вимог. Здійснюється виявлення вимог до системи шляхом опитування зацікавлених сторін, аналізу документів, бізнес-процесів і чинних рішень. Вимоги поділяються на функціональні та нефункціональні (продуктивність, надійність, безпека тощо).

3 етап. Декомпозиція системи. Система розглядається як сукупність підсистем і компонентів. Виконується розбиття на складові для полегшення аналізу та подальшого проєктування, визначаються межі підсистем і їхні функції.

4 етап. Моделювання системи. Створюються формалізовані моделі системи та її компонентів: функціональні, інформаційні, процесні та структурні моделі (діаграми потоків даних, ER-моделі). Моделювання дозволяє візуалізувати взаємозв'язки та поведінку системи.

5 етап. Аналіз альтернативних рішень. Розглядаються можливі варіанти реалізації системи або її окремих компонентів. Проводиться їх порівняння за критеріями ефективності, вартості, складності впровадження, масштабованості та надійності.

6 етап. Оцінювання та вибір оптимального варіанту. На основі критеріїв та обмежень обирається найбільш доцільне рішення. Враховуються як формалізовані показники, так і експертні оцінки та неформалізовані фактори.

7 етап. Формування системних вимог і специфікацій. Результати аналізу оформлюються у вигляді специфікацій, які містять детальний опис вимог до системи, її функцій, інтерфейсів, обмежень та архітектурних рішень.

8 етап. Узгодження результатів із зацікавленими сторонами. Отримані результати перевіряються та погоджуються із замовниками та користувачами для підтвердження їх відповідності очікуванням і потребам.

Наведені вище етапи системного аналізу (див. рис. 1) реалізуються за допомогою конкретних методів, кожен з яких найкраще працює на певному етапі проєктування. Вибір методу залежить від характеру задачі, рівня невизначеності та наявної інформації про систему. Для наочності у табл. 1 зіставлено основні методи системного аналізу з етапами їх доцільного застосування. Декомпозиція є базовим прийомом на початку аналізу, коли систему потрібно розбити на керовані частини. На етапі моделювання ключову роль відіграють графічні нотації IDEF0, DFD та ER-моделі, які дозволяють візуалізувати процеси й структури даних. Сценарний та

імітаційний аналіз застосовуються пізніше для оцінки поведінки системи в різних умовах і порівняння альтернатив.

Таким чином, таблиця ілюструє не жорстке закріплення методів за етапами, а типову практику їх використання. Це допомагає досліднику або ІТ-фахівцю свідомо обирати інструментарій залежно від поточної стадії проєкту, уникаючи зайвої формалізації або, навпаки, нехтування системним підходом.

Таблиця 1 – Методи системного аналізу на етапах проєктування

Метод системного аналізу	Де застосовується (етап)	Що дає для ІС
Декомпозиція	Етап 3	Розбиття системи на підсистеми
IDEF0 / DFD	Етап 4	Візуалізація бізнес-процесів
ER-моделювання	Етап 4	Структура даних і зв'язки
Сценарний аналіз	Етап 5	Оцінка поведінки системи в різних умовах
Імітаційне моделювання	Етап 5-6	Прогнозування продуктивності

Отже, системний аналіз забезпечує перехід від нечітко сформульованої проблеми до формалізованого опису вимог і варіантів реалізації, що створює основу для розробки інформаційної системи.

Список використаних джерел

1. Зінов'єва О.Г. Методи системного аналізу при проєктуванні інформаційних систем. *Українські студії в європейському контексті*. 2024. № 9. С. 133-138 (дата звернення: 17.04.2026).
2. Журан О. А., Беркунський Є. Ю., Гайдаєнко О. В., Морозова Г. С., Павленко А. Ю. Застосування системного підходу при виконанні ІТ-проєктів. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. 2024. № 40 (116). С. 37-45 (дата звернення: 17.04.2026).

*Поночовна Анастасія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Філологія»
Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Протас Надія*

АВТОМАТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАЛЕКТНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ У ТЕКСТАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІ УКРАЇНИ

Українська мова належить до слов'янських мов із розвиненою діалектною системою, яка формувалась упродовж століть під впливом географічних, історичних та соціокультурних чинників. Традиційно виокремлюють три основні наріччя – північне, південно-східне та південно-західне, – кожне з яких охоплює численні говірки з виразними фонетичними, морфологічними та лексичними особливостями. В умовах активної цифровізації медіапростору регіональні онлайн-видання стають цінним джерелом діалектно забарвленого тексту, що відкриває нові можливості для корпусної лінгвістики та комп'ютерної діалектології. Актуальність дослідження зумовлена кількома чинниками. По-перше, більшість сучасних NLP-інструментів для української мови орієнтовані на стандартизовану літературну норму й не враховують регіональної варіативності, що знижує їх ефективність при роботі з текстами регіональних медіа. По-друге, автоматична діалектна ідентифікація може слугувати інструментом моніторингу мовних змін, документування говірок та підтримки мовного різноманіття. По-третє, в умовах повномасштабного вторгнення та масових міграційних процесів усередині країни питання регіональної мовної ідентичності набуває додаткової соціолінгвістичної ваги. Серед актуальних досліджень варто відзначити роботи із застосування методів машинного навчання до діалектної класифікації слов'янських мов. Zampieri et al. у межах серії змагань VarDial досліджували автоматичне розрізнення близькоспоріднених мов і діалектів, демонструючи, що навіть між стандартними варіантами мов задача класифікації залишається нетривіальною [1]. Для німецької діалектології Hollenstein & Aepli показали ефективність комбінування символічних n-грамів із дистрибутивними ознаками при обмеженому обсязі навчальних даних [2]. В українському контексті Kotsyba et al. описали підходи до морфологічної анотації діалектних текстів, акцентуючи на складності нормалізації діалектних форм [3]. Попри це, завдання автоматичної класифікації регіональної належності саме медійних текстів для української мови залишається малодослідженим і потребує спеціалізованого підходу. Пропоноване дослідження ставить за мету розробку та офіційне схвалення системи автоматичної класифікації текстів регіональних українських онлайн-видань за діалектною належністю. Задача формулюється як багатокласова систематика: на вхід подається текстовий фрагмент, на виході – одна з чотирьох діалектних зон (поліська, слобожанська, подільсько-волинська, наддніпрянська). Вибір саме цих зон обґрунтовується їх відповідністю традиційним діалектологічним класифікаціям [4] та достатнім представленням у регіональному медіапросторі. Для навчання та оцінювання моделей планується сформувати корпус текстів із регіональних онлайн-видань методом автоматичного парсингу. Передбачається охопити щонайменше 15-18 видань із різних областей, збалансованих за діалектними зонами. Попередня обробка включатиме видалення HTML-розмітки, нормалізацію пунктуації та

токенізацію. Окремою методологічною проблемою є розмітка текстів: оскільки регіональна належність видання не завжди збігається з діалектними особливостями конкретного тексту, планується залучення лінгвістів-експертів для верифікації анотацій принаймні на контрольній вибірці.

Таблиця 1 – Система ознак та порівняння їх внеску у якість класифікації

Група ознак	Приклади	Очікуваний внесок
Лексичні	Регіоналізми, запозичення з мов-сусідів	Високий
Морфологічні	Варіативність відмінкових закінчень, дієслівні парадигми	Середній
Орфографічно-фонетичні	Відображення регіональної вимови на письмі	Середній

Передбачається, що лексичні ознаки матимуть найвищу розрізнявальну силу, однак їх ефективність суттєво буде залежати від тематики тексту – матеріали загальнонаціональної тематики можуть демонструвати нижчу насиченість регіональними маркерами порівняно з текстами місцевої проблематики. Це становить одну з ключових гіпотез, що підлягає перевірці. Порівнювані методи. Для забезпечення відтворюваності та інтерпретованості результатів планується порівняти кілька підходів різної складності: від класичних методів (TF-IDF у поєднанні з логістичною регресією та SVM на символічних n-грамах) до нейромережових рішень (FastText та fine-tuning україномовної трансформерної моделі ukr-roberta-base [5]). Такий дизайн дозволить оцінити не лише абсолютну якість, а й співвідношення точності та обчислювальної вартості для кожного підходу. Оцінювання та візуалізація. Основними метриками якості обрано macro F1-score та accuracy з огляду на потенційний дисбаланс класів у корпусі. Додатково планується аналіз матриці помилок для виявлення найбільш проблемних пар діалектних зон. Результати класифікації передбачається візуалізувати у вигляді хороплетної карти розподілу діалектних маркерів по областях України засобами бібліотеки GeoPandas, що дозволить зіставити отримані дані з традиційними діалектологічними атласами.

Отже описане дослідження спрямоване на заповнення наявної прогалини в україномовному NLP – відсутності спеціалізованих інструментів для роботи з діалектно варіативними текстами. Запропонована методологія поєднує корпусний підхід, порівняльний аналіз класичних і трансформерних методів класифікації та картографічну візуалізацію результатів. Практична цінність роботи полягає як у створенні анотованого корпусу регіональних медіатекстів, який може бути використаний у подальших лінгвістичних дослідженнях, так і у виробленні рекомендацій щодо адаптації NLP-інструментів до діалектно варіативного мовного матеріалу. Перспективою є розширення системи на усне мовлення через обробку транскриптів регіональних радіо- та телепрограм, а також дослідження динаміки мовних змін у часовому вимірі.

Список використаних джерел

1. Zampieri M. et al. Findings of the VarDial Evaluation Campaign 2017. *Proc. of the Fourth Workshop on NLP for Similar Languages, Varieties and Dialects (VarDial)*,

Valencia, Spain. Stroudsburg, PA, USA, 2017. URL: <https://doi.org/10.18653/v1/w17-1201> (дата звернення: 17.04.2026).

2. Hollenstein N., Aepli N. Compilation of a Swiss German Dialect Corpus and its Application to PoS Tagging. *Proc. of the First Workshop on Applying NLP Tools to Similar Languages, Varieties and Dialects*, Dublin, Ireland. Stroudsburg, PA, USA, 2014. URL: <https://doi.org/10.3115/v1/w14-5310> (дата звернення: 17.04.2026).

3. UGTag: morphological analyzer and tagger for the Ukrainian language. URL: https://www.domeczek.pl/~natko/papers/PALC-2009_UGTag.pdf (дата звернення: 17.04.2026).

4. Бевзенко С. Українська діалектологія. Київ: Вища школа, 1980. URL: <https://archive.org/details/bevzenko1/page/n229/mode/2up> (дата звернення: 17.04.2026).

5. Fine-tuning BERT, DistilBERT, XLM-RoBERTa and Ukr-RoBERTa models for sentiment analysis of ukrainian language reviews. *Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 29, AI.2024.29(2). P. 85–97. URL: <https://doi.org/10.15407/jai2024.02.085> (дата звернення: 17.04.2026).

*Руцький Андрій, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Поночовний Юрій*

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СЕРВІСІВ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДЕО НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Ринок сервісів генерації відео на основі штучного інтелекту протягом 2022-2026 рр. зазнав стрімкого розвитку: від вузькоспеціалізованих інструментів для дослідників до повноцінних хмарних платформ, доступних широкій аудиторії. Ключові гравці – OpenAI, Google DeepMind, Runway ML, Stability AI, Pika Labs та Kuaishou – конкурують за рахунок якості генерованого відео, тривалості кліпів та гнучкості управління. Кожна платформа використовує власну комбінацію дифузійних мереж, трансформерів і латентних кодерів, що суттєво відрізняє їх за технічними характеристиками [1, 2]. На сьогоднішній день сформувалося декілька категорій AI-сервісів для генерації відеоконтенту. Першу категорію складають продукти великих технологічних компаній (Sora від OpenAI, Veo 2 від Google DeepMind), другу – спеціалізовані стартапи та технологічні компанії (Runway, Pika Labs, Kling), третю – відкриті проекти (Stable Video Diffusion, ModelScope) [3, 5].

Sora (OpenAI) – флагманська модель компанії OpenAI, представлена у 2024 році. Здатна генерувати відео тривалістю до 60 секунд у роздільній здатності до 1080p. Використовує архітектуру відеодифузійного трансформера (Video Diffusion Transformer, ViDiT), яка об'єднує латентний дифузійний процес із механізмом просторово-часової уваги. Підтримує режими text-to-video, image-to-video та video-to-video. Модель навчена на надвеликому корпусі ліцензованих відео та зображень із застосуванням техніки RLHF для вирівнювання із запитом користувача [1, 4].

Runway Gen-3 Alpha – третє покоління платформи Runway ML, запущене у 2024 році. Орієнтоване на кінематографічну якість та творчий контроль. Базується на каскадній дифузійній архітектурі з функцією MotionBrush (управління рухом пензлем), режимом Act-One для перенесення міміки на персонажів та підтримкою роздільної здатності 1280×768 пікселів. Runway активно розвиває функції редагування відео в латентному просторі, що дозволяє змінювати стиль, освітлення та об'єкти без регенерації [2, 6].

Pika 2.0 – продукт компанії Pika Labs, що став помітним гравцем завдяки простоті інтерфейсу та швидкості генерації. Модель підтримує text-to-video і image-to-video, дозволяє модифікувати конкретні регіони відео (Pikaffects). Технологічно базується на розширеній дифузійній моделі з умовним управлінням через CLIP-ембедінги та вбудованим часовим трансформером [7].

Kling (Kuaishou) – китайський сервіс від компанії Kuaishou, що демонструє конкурентну якість відносно Sora. Підтримує тривалість до 120 секунд та роздільну здатність до 1080p. В основі – дифузійна трансформерна модель із 3D-VAE для компресії просторово-часового відеопотоку та механізмом глобального контексту через повну часову увагу. Модель використовує оригінальний алгоритм планування шуму, що підвищує стабільність рухів [3, 7].

Veo 2 (Google DeepMind) – мультимодальна платформа, що генерує відео тривалістю до 60 секунд у роздільній здатності до 4K. Відмінною рисою є точна симуляція фізики (рідини, тверді тіла, взаємодія об'єктів) та кінематографічне управління камерою. Архітектурно використовує відеодифузійний трансформер із умовним керуванням та SynthID-маркуванням для ідентифікації згенерованого контенту [1, 8].

Stable Video Diffusion (SVD) – відкрита модель від Stability AI, побудована на архітектурі latent video diffusion на основі Stable Diffusion XL. Генерує кліпи тривалістю 2-5 секунд із 25 кадрами. Доступна для локального розгортання та тонкого налаштування, що робить її популярним вибором у дослідницькому середовищі та серед розробників [5, 9].

Незважаючи на зовнішні відмінності, більшість сучасних сервісів спираються на спільну технологічну базу, комбінуючи її елементи у різних конфігураціях [3, 4]:

- латентні дифузійні моделі (Latent Diffusion Models, LDM) – домінуюча парадигма: відео спочатку кодується варіаційним автокодером у компактний латентний простір, після чого дифузійна мережа навчається відновлювати сигнал із шуму. Це дозволяє суттєво знизити обчислювальну складність порівняно з піксельними дифузійними підходами.

- відеодифузійні трансформери (Video Diffusion Transformers, ViDiT / DiT-Video) – трансформерна архітектура замінює класичні U-Net-блоки, що уможливорює кращу масштабованість та моделювання довгих часових залежностей між кадрами.

- 3D-VAE кодери – на відміну від покадрових 2D-VAE, тривимірні автокодери стискають часовий вимір разом із просторовим, зберігаючи когерентність руху при компресії.

- просторово-часова увага (Spatiotemporal Attention) – механізм, що обробляє зв'язки між пікселями не лише всередині кадру, а й між кадрами у часі, що критично для стабільності відео.

- CLIP та T5-подібні текстові кодери – для розуміння текстових підказок більшість моделей використовують потужні мовні енкодери, які трансформують опис у семантичний вектор для умовної генерації.

- RLHF та DPO вирівнювання – техніки навчання з підкріплення для вирівнювання результатів із людськими уподобаннями дозволяють покращити суб'єктивну якість та відповідність запиту.

Кожна платформа демонструє певні переваги у своїй ніші. Sora вирізняється найвищою часовою когерентністю та тривалими кліпами, проте залишається закритою та недоступною для корпоративної інтеграції. VEO 2 лідирує у симуляції фізики та підтримує 4K, що робить його придатним для кінематографічних застосувань. Kling є оптимальним для задач, що потребують довгих сцен завдяки підтримці 120-секундних відео [1,3, 8]. Для систематизації відмінностей між провідними платформами складено порівняльну таблицю за ключовими технічними та функціональними параметрами (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики AI-сервісів генерації відео

Сервіс	Архітектура	Макс. тривалість	Роздільна здатність	Відкритий код	Режими генерації	Симуляція фізики
Sora (OpenAI)	ViDiT (DiT + LDM)	60 сек	1080p	Ні	T2V, I2V, V2V	Середня
Runway Gen-3	Каскадна LDM	10 сек	1280×768	Ні	T2V, I2V, редак.	Середня
Pika 2.0	LDM + CLIP	10 сек	1080p	Ні	T2V, I2V, регіон.	Низька
Kling (Kuaishou)	DiT + 3D-VAE	120 сек	1080p	Ні	T2V, I2V	Висока
Veo 2 (Google)	Video DiT + SynthID	60 сек	4K	Ні	T2V, I2V	Висока
Stable Video Diff.	LDM (SDXL-based)	5 сек	1024×576	Так	I2V	Низька

Runway Gen-3 виграє у гнучкості творчого контролю завдяки MotionBrush та Act-One. Pika 2.0 доступна широкому колу користувачів через інтуїтивний інтерфейс та функцію регіонального редагування. Stable Video Diffusion залишається єдиним повністю відкритим рішенням промислового рівня, що забезпечує дослідникам максимальну свободу налаштування [5, 9].

Серед спільних обмежень виділяються: нестабільність рухів у довготривалих сценах, складності із синтезом рук та дрібних деталей, висока обчислювальна вартість, а також юридична невизначеність щодо авторських прав на навчальні дані. Критичним питанням залишається ризик генерації дезінформаційного відео (deepfakes), що спонукає розробників впроваджувати системи цифрового маркування згенерованого контенту [4, 8].

Сучасний ринок AI-сервісів відеогенерації консолідується навколо дифузійних трансформерних архітектур із просторово-часовою увагою. Диференціація між платформами реалізується через архітектурні рішення (3D-VAE, ViDiT, каскадні схеми), тривалість генерованого відео, якість симуляції фізики та функціональну гнучкість. Veo 2 та Kling є найбільш технічно розвиненими платформами за якістю та тривалістю відео, тоді як Runway та Pika лідирують у креативному контролі та зручності для кінцевого користувача.

Подальший розвиток галузі спрямований на усунення артефактів у довгих відео, зниження часу генерації, стандартизацію маркування AI-контенту та формування легальних механізмів ліцензування навчальних датасетів.

Список використаних джерел

1. Sora: Creating video from text. *OpenAI*. 2024. URL: <https://openai.com/sora> (дата звернення: 10.04.2026).
2. Runway Gen-3 Alpha: Advancing creativity with generative video. *Runway ML // Runway Research Blog*. 2024. URL: <https://runwayml.com/research/introducing-gen-3-alpha> (дата звернення: 10.04.2026).
3. Kling AI: Technical Report on Long-Duration Video Generation. *Kuaishou Technology*. 2024. URL: <https://klingai.com> (дата звернення: 11.04.2026).

4. Brooks T., Peebles B., Holmes C. et al. Video generation models as world simulators. *OpenAI Technical Report*. 2024. URL: <https://openai.com/research/video-generation-models-as-world-simulators> (дата звернення: 11.04.2026).
5. Blattmann A., Dockhorn T., Kulal S. et al. Stable Video Diffusion: Scaling Latent Video Diffusion Models to Large Datasets. *arXiv preprint*. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2311.15127> (дата звернення: 12.04.2026).
6. Introducing Act-One. *Runway ML Research Team*. 2024. URL: <https://runwayml.com/research/introducing-act-one> (дата звернення: 12.04.2026).
7. Pika 2.0: Powering Creative Video Generation at Scale. *Pika Labs*. 2024. URL: <https://pika.art/> (дата звернення: 13.04.2026).
8. State-of-the-art video and image generation with Veo 2 and Imagen 3. *Google DeepMind*. 2024. URL: <https://deepmind.google/blog/state-of-the-art-video-and-image-generation-with-veo-2-and-imagen-3/-2> (дата звернення: 13.04.2026).
9. Zhang Y., Li M., Wang Z. et al. A Survey of AI-Generated Video: Techniques, Applications and Challenges. *arXiv preprint*. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2410.19884> (дата звернення: 14.04.2026).

*Туманевич Олександр, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Флегантов Леонід*

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОТОТИПУ СППР ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО ВИБОРУ НА БАЗІ FLASK

Дана робота описує технічну реалізацію сучасного ІТ-інструменту для оптимізації закупівельної діяльності. Представлене створення вебпрототипу системи підтримки прийняття рішень, розробленого для автоматизації вибору постачальників у сфері логістики. Пропонується використовувати мікрофреймворк Flask на базі мови Python, що дозволяє швидко обробляти великі масиви даних та уникати суб'єктивності в оцінках. Програмний засіб базується на клієнт-серверній архітектурі, де математична модель проводить багатокритеріальний аналіз і ранжує контрагентів за заданими показниками якості та ціни. Користувачі мають можливість гнучко налаштовувати вагові коефіцієнти для різних критеріїв, отримуючи миттєві результати у формі структурованих рейтингів. Впровадження технології спрямоване на мінімізацію часових витрат та підвищення прозорості логістичних процесів на підприємстві.

Сучасні логістичні процеси потребують високої швидкості обробки даних та мінімізації суб'єктивізму при виборі контрагентів. Традиційні методи ручного аналізу не дозволяють оперативно опрацьовувати велику кількість критеріїв, що зумовлює необхідність створення спеціалізованих систем підтримки прийняття рішень (СППР) [1].

Метою даної роботи є опис технічної реалізації веборієнтованого прототипу СППР, призначеного для автоматизації багатокритеріального оцінювання постачальників.

Для реалізації системи було обрано клієнт-серверу архітектуру на базі мікрофреймворку Flask (мова програмування Python). Вибір Flask обґрунтований його легкістю, можливістю швидкого розгортання та наявністю великої кількості бібліотек для аналізу даних [2]. Система складається з наступних рівнів:

- рівень представлення (Frontend) – побудований на базі HTML5, CSS3 та шаблонізатора Jinja2, що забезпечує відображення інтерфейсу користувача в браузері;
- рівень бізнес-логіки (Backend) – реалізований на Python [3], відповідає за обробку запитів, нормалізацію показників та розрахунок фінальних рейтингів;
- рівень даних – використовує реляційну базу даних для структурованого зберігання інформації про постачальників та критерії.

Структура бази даних розроблена для забезпечення цілісності інформації та гнучкості налаштування критеріїв [4]. Основні сутності системи включають:

- suppliers (Постачальники) – назва, контактні дані, реквізити.
- criteria (Критерії) – перелік показників (ціна, якість, термін тощо).
- weights (Ваги) – вагові коефіцієнти кожного критерію, сума яких дорівнює одиниці.

- evaluations (Оцінки) – конкретні значення показників для кожного постачальника.

- ranking_results – таблиця для кешування результатів розрахунку.

Основна функціональність системи зосереджена у модулі app.py, який реалізує наступний алгоритм:

- збір даних – через вебформи менеджер вводить значення критеріїв для кожного претендента;

- нормалізація – оскільки критерії мають різні одиниці виміру (грн, дні, бали), система приводить їх до безрозмірного вигляду у діапазоні [0; 1];

- розрахунок інтегральної оцінки – реалізується адитивна модель, де рейтинг R постачальника обчислюється як сума добутків нормалізованих оцінок на їхні ваги $R = \sum(x_i \cdot w_i)$;

- ранжування – автоматичне сортування списку постачальників від найбільш до найменш пріоритетного.

UML-моделювання системи (зокрема Sequence Diagram та Activity Diagram) дозволило чітко розмежувати етапи взаємодії користувача з сервером, від моменту авторизації до отримання візуалізованого звіту у вигляді таблиці рейтингів [5]. Розроблений прототип дозволяє користувачу: динамічно додавати нових постачальників та матеріали до бази даних; редагувати перелік критеріїв оцінювання залежно від специфіки товару (наприклад, для комплектуючих пріоритетною є якість, а для сировини – ціна); проводити миттєвий розрахунок рейтингу та переглядати результати у зручному табличному вигляді. Реалізація СППР на базі Flask дозволяє створити доступний та гнучкий інструмент для логістичних підрозділів підприємства. Використання програмного прототипу мінімізує час на аналітичну обробку даних та забезпечує прозорість процесу вибору постачальників, що є критично важливим для підвищення ефективності закупівельної діяльності в умовах конкурентного ринку.

Список використаних джерел

1. Литовченко О., Шуміло О., Присяч К. Сучасні методи логістики як інструмент підвищення ефективності підприємницьких рішень в епоху цифрової трансформації бізнесу. *Економіка та суспільство*, 2024. 68. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-205> (дата звернення: 12.04.2026).

2. Flask Documentation (3.1.x). *Flask.palletsprojects*: вебсайт URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/> (дата звернення: 12.04.2026).

3. Python Documentation. *Python*: вебсайт. URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 12.04.2026).

4. Microsoft. Database design basics. *Microsoft*: вебсайт. URL: <https://support.microsoft.com/en-us/office/database-design-basics-eb2159cf-1e30-401a-8084-bd4f9c9ca1f5> (дата звернення: 12.04.2026).

2. Microsoft. Посібн. з побудови схем UML і моделювання баз даних. *Microsoft*: вебсайт. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/guide-to-uml-diagramming-and-database-modeling> (дата звернення: 12.04.2026).

*Юдінцов Данило, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій*

МОЖЛИВОСТІ ЧАТ-БОТУ ДЛЯ ЗАКЛАДУ ОСВІТИ

У сучасному освітньому просторі стрімкий розвиток інформаційних технологій спонукає заклади освіти до пошуку нових засобів підтримки навчального процесу. Одним із таких засобів є чат-бот – програмний агент, здатний взаємодіяти з користувачем природною мовою у текстовому або голосовому форматі. У дослідженні [1] на основі систематичного огляду наукових публікацій було виокремлено п'ять основних напрямів застосування чат-ботів в освіті: навчання і викладання, дослідницька діяльність та розробки, оцінювання знань, адміністрування та консультування. Як видно з рис. 1, домінуючим напрямом є навчання і викладання – 66 % від усіх проаналізованих досліджень, тоді як адміністрування складає лише 5 %, що свідчить про широкий, але ще не повністю розкритий потенціал технології для практики закладу освіти.

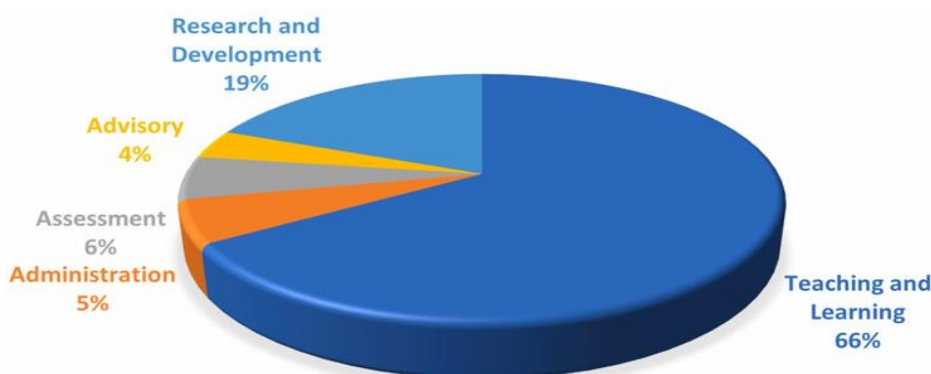


Рисунок 1 – Використання чат-ботів у різних аспектах освіти.

Важливим питанням для закладів освіти, що використовують е-навчальні платформи, є подолання відчуття ізольованості та відстороненості у здобувачів. Вчені, які розробили гібридний чат-бот для платформи К-12 у своєму дослідженні [2], запропонували модель, що поєднує правило-орієнтований підхід для предметних запитань та модель на основі штучного інтелекту QANet для невимушеної розмови. Експеримент із залученням 53 учасників показав, що використання лише е-навчальної платформи без додаткових інструментів спілкування породжувало відчуття ізольованості у 74 % здобувачів; після підключення сервісу консультацій живого вчителя цей показник знизився до 55,5 %, а завдяки чат-боту – до 41,5 %, що є найкращим результатом серед усіх 3-ох умов, що показаний на рис. 2. Це переконливо демонструє, що добре спроектований чат-бот здатен ефективніше, ніж обмежені у часі та ресурсах педагога, відтворювати функцію соціальної взаємодії та підтримувати навчальну мотивацію здобувачів. З педагогічної точки зору чат-боти можуть виконувати три основні ролі, що безпосередньо визначають вимоги до технічного рішення для закладу освіти. Волні та інші науковці у своїх дослідженнях

[3] на основі систематичного огляду 74 публікацій встановили кількісне співвідношення цих ролей, яке показано на рис. 3.

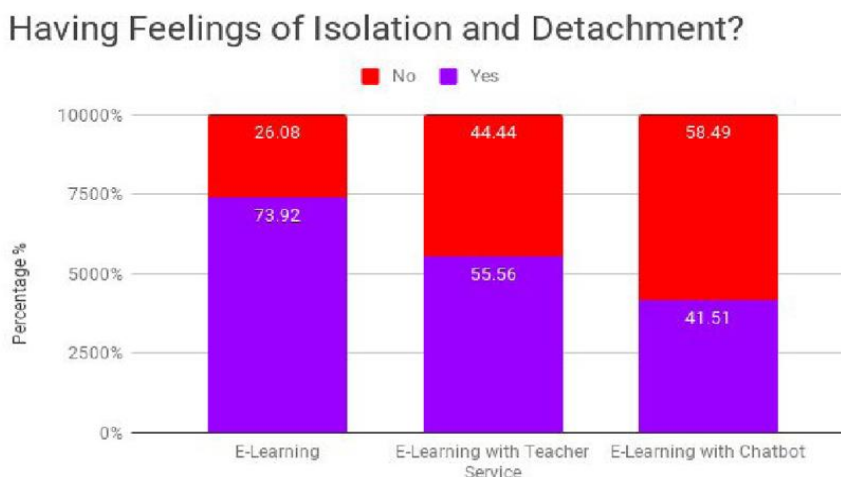


Рисунок 2 – Частка учасників із відчуттям ізолюваності у трьох умовах

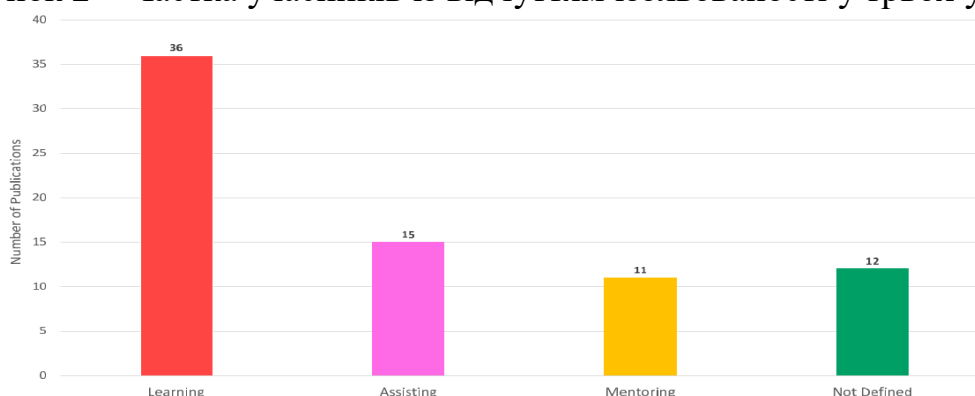


Рисунок 3 – Педагогічні ролі чат-ботів у наукових публікаціях

Навчальна роль (Learning) є найпоширенішою – 36 публікацій (49%), у межах якої бот виступає інструментом засвоєння знань і, наприклад, відпрацьовує лексику іноземних мов або допомагає опанувати програмування; асистуюча роль (Assisting) представлена у 15 публікаціях (20%), де бот спрощує повсякденне академічне життя – відповідає на типові запитання щодо розкладу, термінів здачі або правил вступу; менторська роль (Mentoring) зафіксована у 11 публікаціях (15 %) і є найбільш складною – бот супроводжує особистісний розвиток здобувача освіти, підтримуючи самоорганізацію та рефлексивне мислення. Розуміння цих ролей є ключовим для закладу освіти при формулюванні вимог до чат-бот-рішення.

Центральним практичним питанням для закладу освіти є вибір між чат-ботом на основі правил та чат-ботом на основі штучного інтелекту. Системи на основі правил реалізують розпізнавання ключових слів або «дерева рішень»: надійні та передбачувані, але нездатні відповідати на запити поза запрограмованими сценаріями. ШІ-орієнтовані системи використовують машинне навчання та обробку природної мови, генерують гнучкіші відповіді, проте потребують значних обсягів навчальних даних і складнішої інфраструктури. Смутни та Шрейберова провели порівняльний аналіз 47 освітніх чат-ботів на платформі Facebook Messenger за чотирма критеріями: Teaching (57 %), Humanity (23 %), Affect (15 %) та Accessibility

(5 %). Як видно з рис. 4, переважна більшість чат-ботів залишається механістичною у своїй поведінці, покладаючись на кнопкову навігацію; лише два лідери – AskFrank (14,9 %) та IFRSRookies (12,5 %) – показали суттєво вищі результати за критерієм Humanity завдяки поєднанню обох підходів в архітектурі [4]. Це підтверджує, що гібридне рішення є найефективнішим для якісного навчального діалогу (рис. 4).

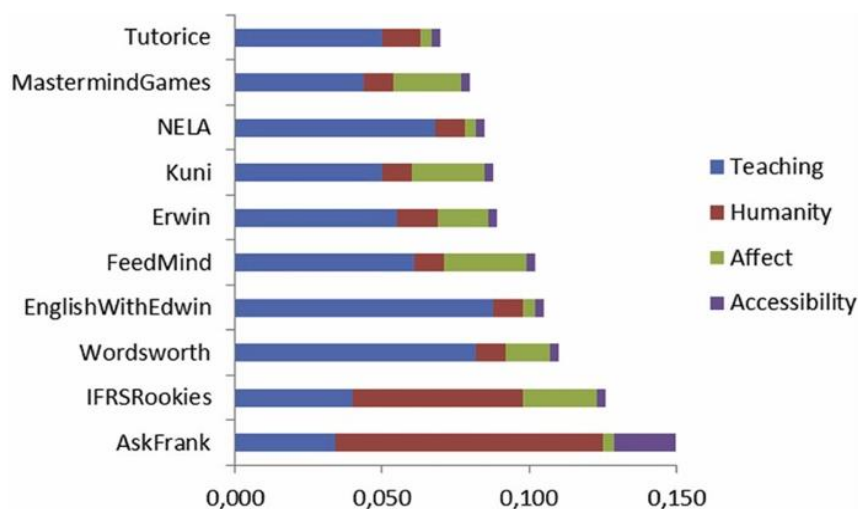


Рисунок 4 – Порівняння десяти найкращих освітніх чат-ботів за критеріями якості.

Таким чином, сучасні чат-боти відкривають перед закладами освіти широкі можливості: автоматизація адміністративних запитів, підтримка навчального процесу, зниження відчуття ізольованості та персоналізований супровід здобувачів.

Список використаних джерел

1. Okonkwo C., Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 2. P. 100033. URL: <https://bit.ly/4vERucP> (дата звернення: 19.04.2026).
2. Wu E. H.-K., Lin C.-H., Ou Y.-Y. et al. Advantages and constraints of a hybrid model K-12 E-learning assistant chatbot. *IEEE*. 2020. Vol. 8. P. 77788-77801. URL: <https://bit.ly/4ckUROt> (дата звернення: 19.04.2026).
3. Wollny S., Schneider J., Di Mitri D. et al. Drachsler H. Are we there yet? – A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 4. URL: <https://bit.ly/4ckJbez> (дата звернення: 19.04.2026).
4. Smutny P., Schreiberova P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers and Education*. 2020. Vol. 151. P. 103862. URL: <https://bit.ly/486zvSv> (дата звернення: 19.04.2026).

*Готра Михайло, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Слюсар Вадим*

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕКЛАДУ НА ОСНОВІ MAMAYLM І LM STUDIO

У сучасних умовах зростає потреба у швидкому та безпечному перекладі текстової інформації без передавання даних до зовнішніх хмарних сервісів. Одним із перспективних підходів є використання локальних LLM. Це забезпечує автономність, конфіденційність обробки даних і можливість адаптації системи до україномовного контексту. Розроблення системи автоматизованого локального перекладу на основі MamayLM і LM Studio є актуальним завданням. Роботу локальної LLM доцільно організувати як кілька послідовних етапів: підготовку тексту, передавання запиту моделі, отримання перекладу та збереження результату. Усі ці дії виконуються безпосередньо на комп'ютері користувача, без звернення до хмарних сервісів.

У LM Studio модель можна запустити так, щоб до неї зверталися інші програми через OpenAI-сумісний локальний API. Фактично програма виконує роль сервера на комп'ютері користувача, а до нього можуть надсилати запити Python-скрипти, консольні утиліти або окремі застосунки. Завдяки цьому переклад можна включити до власної програми, обробляти багато текстів за один запуск і автоматично зберігати готові файли. Наприклад, зовнішній модуль формує HTTP-запит до LM Studio, отримує відповідь від моделі та записує переклад у потрібному форматі. Така організація роботи зручна і для перекладу невеликих частин тексту вручну, і для побудови автоматизованої системи. За потреби цей локальний процес можна доповнити RAG, як показано на рис. 1.

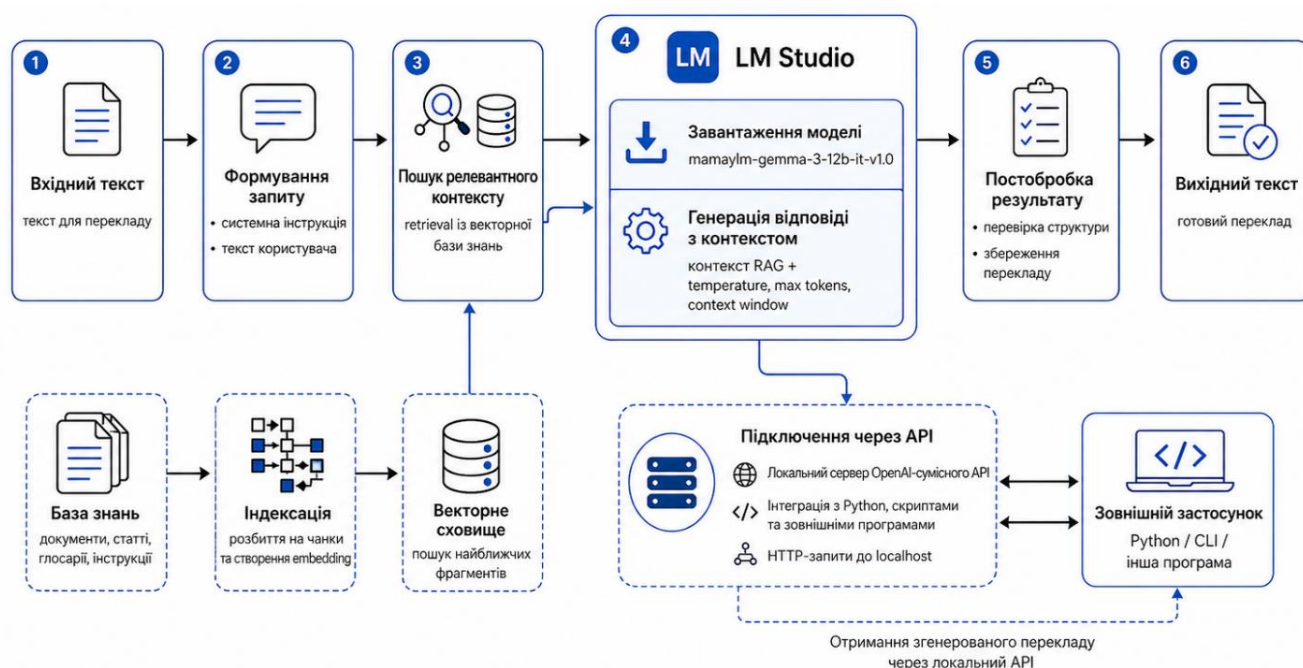


Рисунок 1 – Схема локального перекладу із застосуванням RAG, LM Studio та моделі mamaylm-gemma-3-12b-it-v1.0

За використання RAG модель отримує не тільки вихідний текст та інструкцію, а й підказки з підготовленої бази знань. Це корисно тоді, коли перекладаються фахові матеріали і треба однаково передавати терміни, назви понять або правила оформлення перекладу. Спочатку готується набір допоміжних матеріалів: глосарії, інструкції, приклади попередніх перекладів, статті чи інші документи з потрібної тематики. Потім ці дані обробляються: текст ділиться на невеликі частини, для кожної частини створюється embedding, а отримані представлення розміщуються у векторній базі. Коли користувач подає новий текст, система спершу не передає його одразу на переклад. Вона шукає у векторному сховищі фрагменти, які за змістом близькі до запиту. Якщо, наприклад, у тексті є технічний термін, система може знайти запис у глосарії або в раніше перекладеному документі, де вже наведено потрібний варіант. Знайдені матеріали додаються до запиту і разом з основним текстом передаються в LM Studio. У результаті MamayLM формує відповідь з урахуванням не лише власних знань, а й додаткової довідкової інформації. Це підвищує якість перекладу в тих випадках, коли потрібно дотримуватися термінології конкретної предметної області. Для бакалаврської роботи така особливість важлива, адже автоматизований переклад має бути не просто граматично правильним, а й узгодженим у межах усього документа. Додавання контексту зменшує ризик, що один і той самий термін буде перекладено по-різному в різних частинах тексту.

MamayLM у зв'язці з LM Studio можна використовувати у двох режимах. Перший – простий локальний переклад, коли модель отримує інструкцію і текст та одразу генерує результат. Другий – переклад із залученням RAG, де перед генерацією підбираються потрібні фрагменти з бази знань. Другий варіант складніший, але він краще підходить для технічних і навчальних матеріалів, бо допомагає підтримувати однакові терміни та контролювати зміст перекладу. Наявність локального API також дає можливість підключати цю схему до інших програм і поступово формувати повністю локальний комплекс для автоматизованого перекладу.

Список використаних джерел

1. LM Studio. URL: <https://lmstudio.ai> (дата звернення: 12.04.2026).
2. MamayLM-Gemma-3-12B-IT-v1.0. URL: <https://huggingface.co/INSAIT-Institute/MamayLM-Gemma-3-12B-IT-v1.0> (дата звернення: 12.04.2026)
3. Maheshus M. Retrieval-Augmented Generation (RAG): Real Advances in 2025. Medium.com. URL: <https://medium.com/@maheshus007/retrieval-augmented-generation-rag-real-advances-in-2025-8a0933ce20c2> (дата звернення: 05.05.2026).

*Фадей Анна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор*

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Штучний інтелект (ШІ) дедалі активніше застосовується в освіті, оскільки дає змогу персоналізувати навчання, автоматизувати перевірку завдань і підвищити доступність навчальних матеріалів [1]. Освітні платформи на основі ШІ можуть аналізувати попередні результати здобувача освіти, визначати теми, які потребують повторення, та пропонувати додаткові вправи відповідно до рівня підготовки. У такий спосіб навчальний процес стає більш гнучким, а викладач отримує інструмент для оперативного відстеження прогресу окремих студентів і академічної групи загалом.

Особливо актуальним використання ШІ є в умовах дистанційного та змішаного навчання, де важливими стають швидкий зворотний зв'язок, адаптація контенту до потреб здобувача освіти та можливість працювати з матеріалами у зручний час [2]. Інтелектуальні сервіси допомагають формувати індивідуальні освітні траєкторії, створювати короткі пояснення складних понять, добирати приклади, тестові завдання та навчальні ресурси. Це підвищує залучення студентів і зменшує бар'єри для тих, хто потребує додаткової підтримки (рис.1).

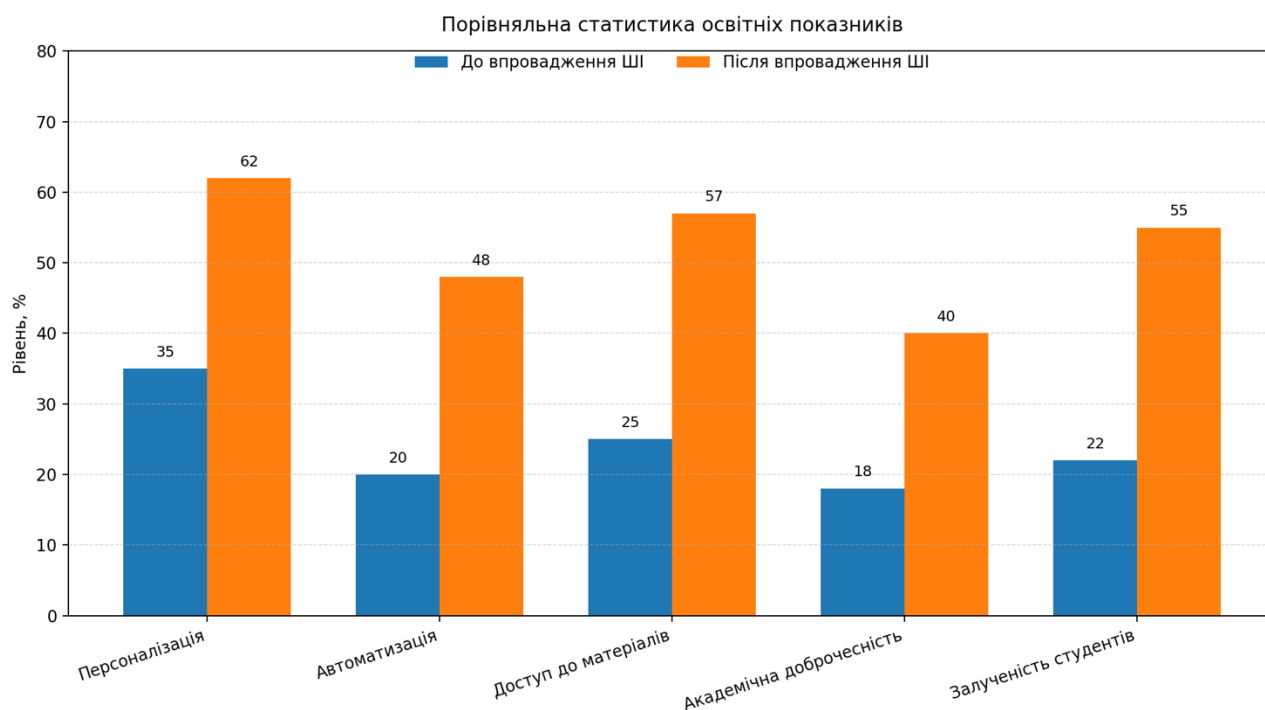


Рисунок 1 – Порівняльна статистика освітніх показників до та після впровадження штучного інтелекту

Порівняння традиційного навчання та навчання з використанням ШІ показує, що цифрові інструменти краще підтримують індивідуальний темп роботи та швидкість реагування на помилки. Водночас традиційна модель зберігає перевагу у формуванні живої комунікації, розвитку критичного мислення та безпосередньої

взаємодії викладача зі студентом [3]. Тому найбільш доцільним є поєднання обох підходів: ШІ може виконувати рутинні функції, а викладач — організовувати дискусію, пояснювати складні ситуації та оцінювати творчі результати навчання.

Разом із перевагами використання штучного інтелекту виникають і певні ризики. До них належать зниження самостійності студентів, порушення академічної доброчесності, некритичне використання згенерованих відповідей та ймовірність помилок алгоритмів [4]. Окремої уваги потребують питання захисту персональних даних, прозорості роботи цифрових сервісів і формування у здобувачів освіти навичок перевірки інформації. Саме тому штучний інтелект слід розглядати як допоміжний інструмент, що доповнює традиційне навчання, а не замінює викладача.

Найпомітніше зростання демонструють персоналізація навчання та доступ до навчальних матеріалів, що підтверджує доцільність використання цифрових інтелектуальних сервісів у сучасній освіті. Крім того, позитивна динаміка спостерігається у сфері автоматизації перевірки типових завдань, підвищення залучення студентів і підтримки академічної доброчесності. Наведені показники свідчать, що ефективність ШІ залежить не лише від технічних можливостей програм, а й від правильного педагогічного супроводу, методичних рекомендацій і готовності учасників освітнього процесу працювати з новими інструментами.

Отже, ШІ є перспективним інструментом модернізації освіти. Його застосування сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, розширює можливості індивідуалізації навчання та допомагає викладачам зосереджуватися на змістовній взаємодії зі студентами. Водночас упровадження ШІ потребує відповідального використання, дотримання принципів академічної доброчесності, інформаційної безпеки та постійного розвитку цифрової компетентності. За таких умов технології штучного інтелекту можуть стати важливим чинником підвищення якості освіти, не руйнуючи її гуманістичного спрямування.

Список використаних джерел

1. Міністерство освіти і науки України. Рекомендації щодо використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. Київ: МОН України, 2024 (дата звернення: 11.04.2026).
2. UNESCO. Штучний інтелект і цифрова трансформація освіти : аналітична доповідь. Париж: UNESCO, 2023 (дата звернення: 11.04.2026).
3. Національна академія педагогічних наук України. Сучасні підходи до цифровізації та персоналізації навчання. Інформаційні технології і засоби навчання. 2023. № 4. С. 15-24 (дата звернення: 11.04.2026).
4. Львівський національний університет імені Івана Франка. Академічна доброчесність та ризики використання штучного інтелекту в освіті. Вісник університету. 2024. № 2. С. 41-47 (дата звернення: 11.04.2026).

*Готра Євгенія, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – д.т.н., професор Слюсар Вадим*

РЕАЛІЗАЦІЯ АІ-АНАЛІТИКИ ЗВЕРНЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛОКАЛЬНОГО АГЕНТА

Сучасні системи АІ активно застосовуються для автоматизації обробки аудіоінформації, наприклад транскрибування аудіо в текст [1]. Такі технології дозволяють значно скоротити час на обробку аудіозаписів, підвищити доступність інформації та створити основу для подальшого аналізу змісту розмов. Серед варіантів використання варто вказати декілька основних.

Однією з найбільш перспективних галузей застосування є обробка звернень користувачів у службах підтримки. АІ-аналітика звернень є особливо актуальною для організацій, які регулярно взаємодіють із великою кількістю користувачів, клієнтів або громадян [2]. Це можуть бути служби підтримки, контакт-центри, освітні установи, державні організації, медичні заклади, банки, телекомунікаційні компанії та інші установи, де важливо швидко обробляти запити й виявляти типові проблеми. Це підвищує ефективність роботи служб підтримки та дозволяє швидше реагувати на типові проблеми користувачів.

У сфері освіти транскрибування може використовуватися для автоматичного перетворення лекцій, семінарів, консультацій або усних відповідей студентів у текст.

У медичній сфері транскрибування може застосовуватися для фіксації консультацій лікаря з пацієнтом, створення текстових нотаток, попереднього структурування скарг пацієнта або підготовки медичної документації. У цій галузі локальність є особливо важливою, оскільки медична інформація належить до чутливих персональних даних.

У державних установах, судах, органах місцевого самоврядування та юридичних організаціях часто виникає потреба у фіксації усних обговорень, засідань, допитів, консультацій або службових нарад.

У бізнесі транскрибування може застосовуватися для аналізу нарад, переговорів, інтерв'ю, презентацій і внутрішніх обговорень. Локальний АІ-агент може автоматично формувати підсумки зустрічей, виділяти прийняті рішення, відповідальних осіб і подальші завдання.

Журналісти, редактори та медіаорганізації часто працюють з інтерв'ю, подкастами, репортажами й аудіозаписами. Автоматичне транскрибування дозволяє швидко отримати текстову версію матеріалу, а локальний АІ-агент може допомогти зі скороченням тексту, виділенням цитат і підготовкою чернеток публікацій.

Для виконання транскрибування аудіо в текст використовується ASR. Найбільш поширеними завданнями для роботи з аудіоінформацією вважаються: STT (Speech-to-Text) – щоб зробити з аудіо тексту (розпізнавання мовлення); TTS (Text-to-Speech) – перетворення тексту на мову; класифікація аудіо – класифікація звуку (коли на схожих аудіо виділяють патерн чи групу певних звуків); Source Separation – розділення звуків за джерелами (наприклад, коли грає оркестр, і потрібно виділити якийсь конкретний інструмент); діаризація – розділення діалогу на мову окремих

спікерів; Voice Activity Detection – визначення наявності мови на певній ділянці аудіозапису; Audio Enhancement – покращення якості звуку. В контексті фінальної обробки аудіо також виконується самаризація (від англ. summary – резюме) аудіо-відеоконференцій (після завершення конференції учасники отримують протокол із основними тезами розмови). Вона може умовно бути розбита на кілька етапів: транскрибування аудіо в текст; діаризація для визначення по таймкодах, який спікер каже; ідентифікація спікера; нарешті, безпосередньо самаризація (створення короткого опис запису).

В свою чергу, поєднання системи транскрибування з локальним AI-агентом відкриває можливість не лише отримувати текстову розшифровку мовлення, а й автоматично аналізувати її, виділяти ключові теми, формувати короткі підсумки, класифікувати звернення користувачів, виявляти проблемні ситуації та генерувати рекомендації для подальших дій [3]. Особливу актуальність має саме локальне розгортання AI-агента, оскільки воно не потребує передавання аудіоданих або текстових розшифровок до хмарних сервісів. Це підвищує рівень конфіденційності, зменшує ризики витоку персональних даних і забезпечує більший контроль над обробкою інформації. Такий підхід є важливим для організацій, які працюють із чутливими даними: державних установ, медичних закладів, освітніх організацій, бізнесу та служб підтримки користувачів. Локальний AI-агент може функціонувати як автономний інструмент для AI-аналітики: приймати аудіозапис або голосове повідомлення, виконувати транскрибування, структурувати отриманий текст, визначати суть звернення, формувати відповідь або аналітичний звіт. Це дозволяє автоматизувати рутинні процеси та зменшити навантаження на персонал.

Практична цінність AI-аналітики звернень полягає в тому, що вона дозволяє не лише зберігати текстову версію розмови, а й отримувати з неї корисні аналітичні висновки. Наприклад, система може автоматично визначати, які проблеми найчастіше виникають у користувачів, які теми потребують додаткової уваги, які звернення є терміновими, а також які процеси в організації потребують покращення. Таким чином, AI-аналітика звернень користувачів може розглядатися як окремий прикладний напрям використання транскрибування та локального AI-агента. Вона поєднує технології автоматичного розпізнавання мовлення, обробки природної мови та інтелектуального аналізу даних, забезпечуючи ефективну, конфіденційну й автоматизовану обробку мовленнєвої інформації.

Список використаних джерел

1. Whisper. OpenAI. URL: <https://openai.com/uk-UA/index/whisper/> (дата звернення: 12.04.2026).
2. AI Quality Assessment: мовна аналітика та контроль якості. VoIPTime. URL: <https://www.voiptime.net/uk/ai-qa-call-center-quality-assessment.html> (дата звернення: 05.05.2026).
3. Run Your AI Agent with InterSystems IRIS and Local Models using Ollama. URL: <https://dev.to/intersystems/run-your-ai-agent-with-intersystems-iris-and-local-models-using-ollama-gf5> (дата звернення: 12.04.2026).

*Вовнянко Іван, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор*

ВИКОРИСТАННЯ n8n ДЛЯ СТВОРЕННЯ AI-АГЕНТУ

Сучасні AI-агенти все частіше розглядаються не лише як чат-боти, а як автономні системи, здатні отримувати дані, приймати рішення, викликати зовнішні інструменти та виконувати дії в інформаційному середовищі. У цьому контексті n8n може використовуватися як low-code фреймворк оркестрації, що поєднує AI-моделі, бази даних, API, локальні сервіси та бізнес-процеси в єдиний керований workflow. Офіційна документація n8n визначає AI Agent як вузол, який працює з інструментами та API для виконання дій і отримання інформації [1].

В даному випадку, n8n доцільно розглядати як фреймворк для побудови AI-агентів, оскільки він забезпечує не лише підключення мовної моделі, а й повну логіку взаємодії між компонентами: тригерами, LLM, пам'яттю, базами знань, зовнішніми сервісами, умовною логікою, обробкою помилок і журналюванням. На відміну від простого використання чат-моделі, агент у n8n може виконувати практичні дії: аналізувати звернення, класифікувати повідомлення, формувати відповіді, створювати задачі, записувати результати в базу даних або передавати їх до інших систем.

Важливою перевагою n8n є можливість створення локальних або self-hosted AI-агентів. n8n має офіційний Self-hosted AI Starter Kit, який поєднує self-hosted n8n із компонентами для локальних AI-workflow, зокрема Ollama, Qdrant і PostgreSQL. Це дозволяє будувати AI-агента без обов'язкової передачі даних у хмарні сервіси, що особливо важливо для обробки персональних даних, внутрішньої документації, звернень користувачів, службових повідомлень або конфіденційних бізнес-процесів.

У локальній архітектурі n8n виконує роль центрального керуючого шару. Локальна LLM, наприклад через Ollama, відповідає за генерацію та аналіз тексту; векторна база даних забезпечує пошук по документах; PostgreSQL або інша БД зберігає історію та результати; а n8n координує всі етапи виконання сценарію. Ollama офіційно описує інтеграцію з n8n для локального використання через локальний endpoint, наприклад, «localhost:11434» [2]. Типова структура AI-агента на базі n8n може містити наступні компоненти (рис. 1).

1. Тригер запуску – отримання повідомлення з форми, Telegram, email, webhook, CRM або внутрішньої системи.
2. Попередня обробка даних – очищення тексту, визначення мови, виділення ключових сутностей.
3. LLM-модуль – локальна або хмарна мовна модель для аналізу запиту.
4. Інструменти агента – пошук у базі знань, звернення до API, робота з таблицями, CRM, файловою системою.
5. Пам'ять або контекст – збереження історії діалогу, попередніх звернень або профілю користувача.
6. Прийняття рішення – класифікація запиту, вибір сценарію, визначення пріоритету.

7. Формування відповіді або дії – генерація відповіді, створення заявки, надсилення повідомлення, оновлення запису в БД.

8. Логування та контроль – збереження результатів, перевірка помилок, ручне підтвердження критичних дій.

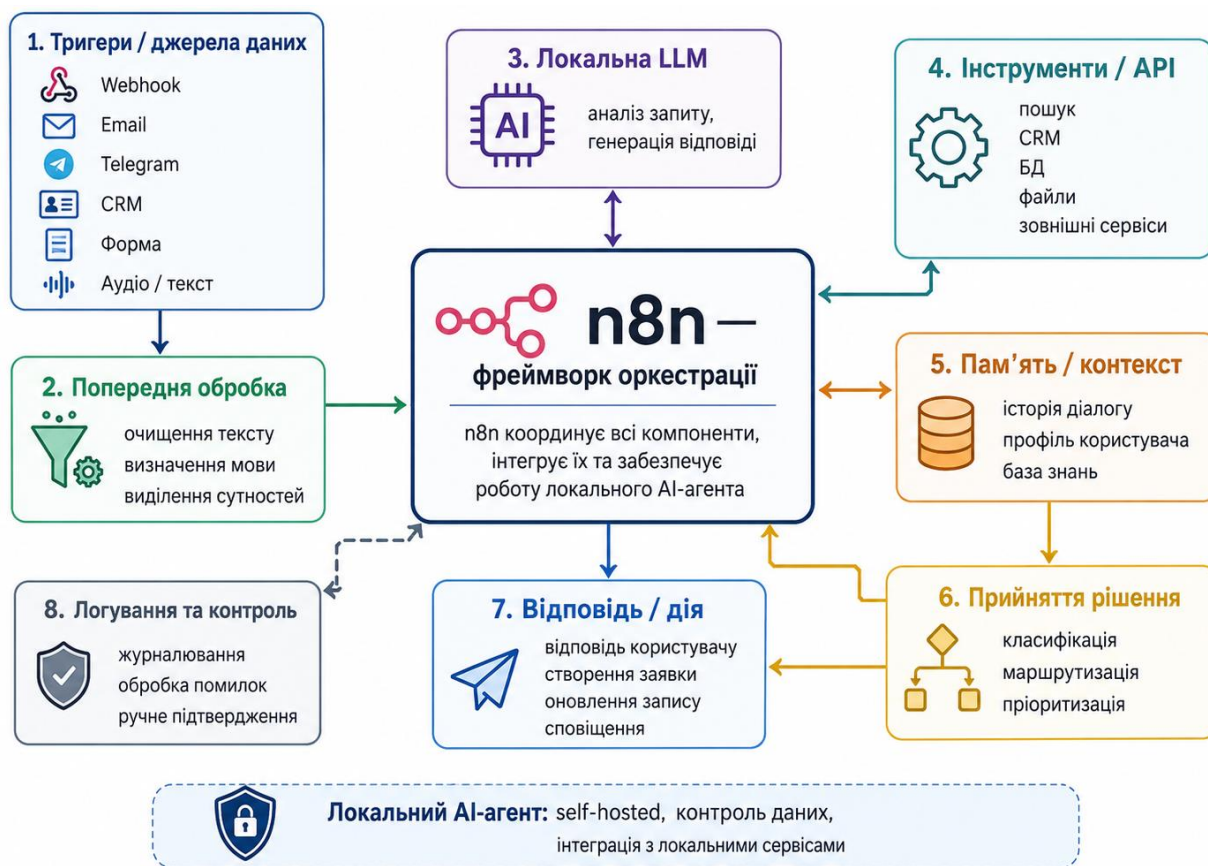


Рисунок 1 – Типова структура AI-агента на базі n8n

До переваг запропонованого підходу можна віднести кілька чинників. Агент може працювати на власному сервері або локальній машині, що підвищує контроль над даними. n8n дозволяє гнучку інтеграцію шляхом підключення API з БД, месенджерами, поштовими сервісами, CRM та ін. [3]. Workflow можна будувати у вигляді зрозумілої схеми, що спрощує розробку та налагодження. Це значно спрощує візуалізацію проектування логіки. Базові сценарії реалізуються без складного програмування, але за потреби можна додавати власний код, тобто є поєднання low-code і custom-code підходу. На відміну від повністю автономних рішень, n8n дозволяє чітко обмежити, які інструменти доступні агенту та які дії він може виконувати. Один агент може бути розширений до системи кількох спеціалізованих агентів: для класифікації, пошуку, генерації відповіді, перевірки якості тощо.

AI-агент на базі n8n може використовуватися для автоматизованої аналітики звернень користувачів. Наприклад, система отримує текстове або транскрибоване голосове звернення, визначає його тему, емоційне забарвлення, терміновість, категорію проблеми, знаходить релевантну інформацію в локальній базі знань і формує рекомендацію оператору або автоматичну відповідь. У такій архітектурі n8n виступає не просто як інструмент автоматизації, а як фреймворк побудови повного

AI-процесу. Використання n8n для створення AI-агентів є перспективним напрямом, оскільки дозволяє швидко прототипувати інтелектуальні системи без складної розробки з нуля. Особливо важливим є те, що n8n підтримує self-hosted підхід, завдяки чому AI-агент може працювати в локальному середовищі організації. Це зменшує залежність від хмарних платформ, підвищує рівень конфіденційності та забезпечує можливість адаптації агента під конкретні бізнес-процеси.

Таким чином, n8n можна розглядати як ефективний фреймворк для створення локальних AI-агентів, оскільки він поєднує візуальне проектування workflow, інтеграцію з мовними моделями, підтримку зовнішніх інструментів, можливість self-hosted розгортання та контроль над виконанням дій. Такий підхід є особливо доцільним для задач AI-аналітики звернень, автоматизації підтримки користувачів, обробки документів, внутрішніх корпоративних асистентів і систем, де критично важливими є приватність, керованість і локальне зберігання даних.

Список використаних джерел

1. AI Agent node. *n8n*. URL: <https://docs.n8n.io/integrations/builtin/cluster-nodes/root-nodes/n8n-nodes-langchain.agent> (дата звернення: 12.04.2026).
2. Automation n8n. *Ollama*. URL: <https://docs.ollama.com/integrations/n8n> (дата звернення: 12.04.2026).
3. Pappe F. n8n: Build a Local AI Agent for free. *Medium*. URL: <https://medium.com/data-science-collective/n8n-free-local-ai-agent-with-ollama-82d70c1915f2> (дата звернення: 12.04.2026).

*Будьомко Володимир, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій*

RAG НА ЗОБРАЖЕННЯХ У ЛОКАЛЬНИХ AI-АГЕНТАХ

Сучасні AI-агенти дедалі частіше працюють не лише з текстом, а й із візуальною інформацією: сканами документів, фотографіями, схемами, кресленнями, скріншотами, кадрами з відео, медичними зображеннями та технічною документацією. Тому класичний RAG, який зазвичай працює з текстовими фрагментами, розширюється до *мультимодального RAG*, де джерелом знань можуть бути також зображення. Згідно [1] для LlamaIndex зазначено, що базові етапи RAG – індексація, пошук і генерація відповіді – можуть бути перенесені на роботу із зображеннями, а вхідними та вихідними даними можуть бути як текст, так і зображення. Основна ідея RAG на зображеннях полягає у наступному. RAG на зображеннях – це підхід, за якого AI-агент не покладається лише на знання, закладені в модель під час навчання, а додатково шукає релевантні зображення або їхні описи у локальній базі знань і використовує їх для формування відповіді. Наприклад, користувач може запитати: «Знайди на схемі вузол живлення і поясни його призначення». Локальний агент шукає відповідне зображення або фрагмент схеми, аналізує його за допомогою vision-моделі та формує текстову відповідь. У класичному RAG обробляються переважно текстові документи: PDF, статті, інструкції, бази знань. У RAG на зображеннях до бази знань додаються: фотографії; скановані документи; технічні схеми; діаграми; креслення; таблиці як зображення; скріншоти інтерфейсів; кадри з відео. агент отримує здатність шукати не лише «що написано», а й що зображено. Локальна система може мати таку структуру (рис. 1).

1. Збір даних – до бази додаються зображення, скани, PDF-документи, технічні схеми або скріншоти.

2. Попередня обробка – виконується OCR, генерація описів зображень, виділення об'єктів, фрагментація великих схем або сторінок.

3. Створення векторних представлень [2]. Зображення або їхні описи перетворюються на embeddings. Для цього можуть застосовуватися моделі на основі CLIP/OpenCLIP, оскільки CLIP навчається пов'язувати зображення з текстовими описами й дозволяє виконувати пошук між текстом і візуальними даними.

4. Локальне векторне сховище Embeddings зберігаються у FAISS, ChromaDB, Qdrant або іншій локальній векторній базі.

5. Пошук релевантного контексту – за текстовим запитом користувача агент знаходить потрібні зображення, їхні фрагменти або текстові описи.

6. Аналіз зображення vision-моделлю – для інтерпретації візуальних даних можуть застосовуватися мультимодальні моделі, наприклад LLaVA, яка поєднує vision encoder і мовну модель для задач візуально-мовного розуміння.

7. Формування відповіді – локальний агент об'єднує знайдений візуальний контекст із запитом користувача та генерує відповідь.

В даному випадку можна виділити кілька практичних напрямів застосування. По-перше, аналіз технічної документації – локальний агент може працювати з

кресленнями, електричними схемами, монтажними інструкціями, блок-схемами та пояснювати користувачу окремі елементи.

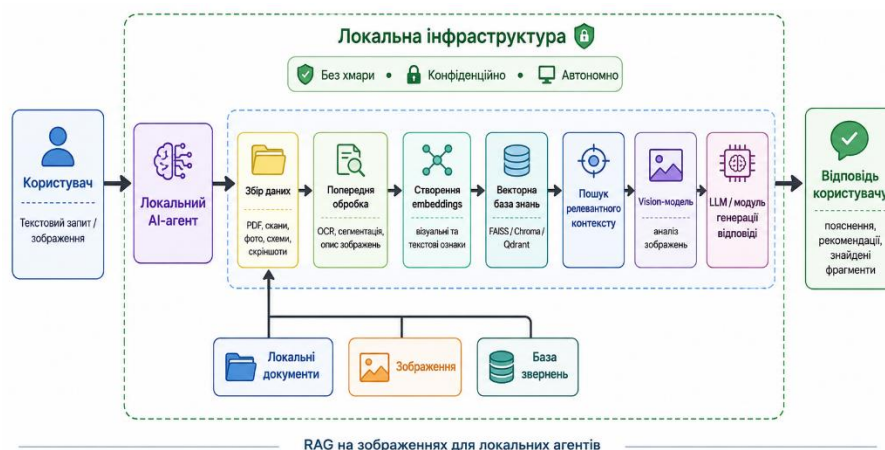


Рисунок 1 – Схема архітектури системи локального ШІ-агента

По-друге, підтримка користувачів і сервісних інженерів – користувач надсилає фото несправності, скріншот помилки або зображення пристрою, а агент шукає подібні випадки в локальній базі знань і пропонує рішення. По-третє, обробка сканованих документів – система може знаходити потрібну інформацію не лише в тексті, а й у таблицях, підписах, печатках, схемах та графічних елементах. По-четверте, локальна AI-аналітика звернень – у службі підтримки агент може аналізувати звернення, які містять вкладені зображення: скріншоти інтерфейсів, фото обладнання, документи або помилки. Це дозволяє автоматично класифікувати звернення, шукати схожі випадки та формувати рекомендації оператору. По-шосте, освітні системи – агент може пояснювати навчальні схеми, графіки, лабораторні знімки, фрагменти підручників або зображення з презентацій. Нарешті, медичні та промислові системи – у закритих середовищах локальний агент може допомагати з попереднім аналізом візуальних матеріалів, не передаючи їх за межі організації. Для таких сфер особливо важлива локальність, контроль доступу та трасованість джерел.

RAG на зображеннях є важливим напрямом розвитку локальних AI-агентів, оскільки дозволяє працювати з візуальними джерелами знань: схемами, сканами, фотографіями, таблицями, кресленнями та скріншотами. На відміну від звичайного чат-бота, такий агент не просто «бачить» зображення, а шукає релевантний візуальний контекст у локальній базі знань і використовує його для формування обґрунтованої відповіді.

Список використаних джерел

1. LlamaIndex. *Llama*. URL: https://developers.llamaindex.ai/python/framework/use_cases/multimodal (дата звернення: 12.04.2026).
2. CLIP: Connecting text and images. *OpenAI*. URL: <https://openai.com/index/clip> (дата звернення: 12.04.2026).
3. Liu H., Li C., Wu Q., Lee Y. Visual Instruction Tuning. arXiv:2304.08485. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.08485> (дата звернення: 12.04.2026).

*Пивовар Богдан, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Слюсарь Ігор*

ГЕНЕРАЦІЯ АУДІО З ТЕКСТОВИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ QWEN3-TTS-0.6B-BASE

Генерація аудіо з текстових даних є одним із ключових напрямів розвитку сучасних AI-систем, оскільки дозволяє перетворювати текстову інформацію у природне мовлення. Це особливо важливо для локальних AI-агентів, які мають не лише аналізувати запити користувача, а й відповідати голосом без використання хмарних сервісів. Модель *Qwen3-TTS-12Hz-0.6B-Base* належить до сімейства Qwen3-TTS і призначена для синтезу мовлення та швидкого клонування голосу на основі короткого референсного аудіо. Офіційна документація Qwen3-TTS зазначає, що Base-моделі 0.6B і 1.7B підтримують *rapid voice clone* з аудіовхідними даними тривалістю приблизно від 3 секунд [1].

Основна ідея використання *Qwen3-TTS-0.6B-Base* полягає у створенні локального модуля синтезу мовлення, який отримує текстові дані від AI-агента та перетворює їх у звукову відповідь. Такий підхід дозволяє реалізувати повний голосовий цикл взаємодії: Голос користувача → ASR → локальний AI-агент → текстова відповідь → Qwen3-TTS → аудіовідповідь. У цьому ланцюжку Qwen3-TTS виконує роль *модуля озвучення відповіді*, тобто перетворює сформований текст у природне мовлення.

Модель *0.6B-Base* має менший розмір порівняно з версією 1.7B, тому краще підходить для запуску на обмежених обчислювальних ресурсах, зокрема на локальних робочих станціях, GPU типу Tesla T4 або в експериментальних середовищах Google Colab [2]. У сімействі Qwen3-TTS доступні моделі 0.6B та 1.7B, а Base-версії орієнтовані саме на клонування голосу та подальше донавчання. Локальний AI-агент зазвичай працює з текстовими даними: приймає запит, аналізує його, звертається до локальної бази знань або RAG-системи, формує відповідь. Qwen3-TTS-0.6B-Base додає до такого агента голосовий інтерфейс, перетворюючи текстову відповідь у мовлення. Це робить взаємодію з агентом більш природною, особливо для систем підтримки користувачів, освітніх асистентів, голосових помічників та локальних інформаційних кіосків. Особливістю Base-моделей Qwen3-TTS є можливість швидкого клонування голосу за референсним аудіо та його текстовою розшифровкою. Для цього подається *ref_audio* – приклад голосу, *ref_text* – точний текст цього аудіо, а також новий текст, який потрібно озвучити. Така функція дозволяє створювати персоналізовані голосові інтерфейси для локальних агентів. У локальному агенті текстові запити користувача, референсні аудіозаписи та згенеровані відповіді можуть оброблятися без передавання на сторонні сервери. Це важливо для систем, які працюють із конфіденційною інформацією: зверненнями користувачів, внутрішніми документами, персоналізованими голосовими профілями або корпоративними базами знань. Офіційно Qwen3-TTS підтримує 10 основних мов: Chinese, English, Japanese, Korean, German, French, Russian, Portuguese, Spanish та Italian. Українська мова в офіційному списку не зазначена, тому для

українськомовних застосувань необхідно проводити окреме тестування якості вимови, акценту та стабільності генерації. Qwen3-TTS-0.6B-Base доцільно розглядати не як окрему програму, а як компонент локальної AI-системи. Наприклад, у системі AI-аналітики звернень можна використовувати ASR-модель для транскрибування аудіо, LLM для аналізу змісту звернення, RAG-модуль для пошуку релевантної інформації, а Qwen3-TTS — для озвучення відповіді оператору або користувачу.

Практичні напрями застосування такого підходу полягають у наступному. Qwen3-TTS-0.6B-Base може використовуватись для створення голосового асистента, який працює без підключення до хмарних API. Такий агент може відповідати голосом на запити користувача, озвучувати знайдену інформацію, повідомлення, інструкції або результати аналізу. У системах обробки звернень користувачів модель може озвучувати короткі підсумки, відповіді або рекомендації для оператора. Наприклад, після аналізу звернення локальний агент може сформулювати відповідь і передати її в TTS-модуль для голосового відтворення. Локальний навчальний агент може пояснювати матеріал голосом, озвучувати відповіді, створювати аудіоуроки або персоналізовані навчальні повідомлення. Завдяки voice cloning можна створювати сталі голосові профілі для навчальних курсів. Синтез мовлення корисний для користувачів із порушеннями зору або для людей, яким зручніше отримувати інформацію в аудіоформаті. Локальний TTS-агент може озвучувати документи, повідомлення, результати пошуку або навігаційні інструкції. Оскільки 0.6B-версія є відносно компактною, її можна розглядати для локальних або edge-сценаріїв, де важливі автономність, приватність і мінімальна залежність від зовнішніх сервісів.

Основними обмеженнями є потреба в GPU для комфортної роботи, відсутність офіційної підтримки української мови, залежність якості voice cloning від чистоти референсного аудіо та точності ref_text. Крім того, 0.6B-модель може поступатися 1.7B-версії за якістю, природністю звучання та стабільністю генерації, але є більш придатною для локального запуску на доступному обладнанні. Qwen3-TTS-0.6B-Base є перспективною моделлю для генерації аудіо з текстових даних у складі локальних AI-агентів. Її основна перевага полягає у поєднанні відносно компактного розміру, можливості voice cloning і здатності працювати без хмарної інфраструктури. У локальних агентних системах така модель може виконувати роль модуля голосової відповіді, забезпечуючи природну взаємодію між користувачем і AI-системою. Найбільш доцільними напрямками застосування є локальні голосові асистенти, AI-аналітика звернень, освітні системи, інклюзивні технології та автономні edge-рішення.

Список використаних джерел

1. QwenLM. URL: <https://github.com/QwenLM/Qwen3-TTS> (дата звернення: 12.04.2026).
2. Qwen3-TTS Technical Report. *arXiv:2601.15621v1 [cs.SD]*, 22 Jan 2026. URL: <https://arxiv.org/html/2601.15621v1> (дата звернення: 12.04.2026).

*Скрипник Анна, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська*

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕБІНТЕРФЕЙСІВ У СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій (ІТ) та зростання ролі цифрових сервісів у повсякденному житті суспільства обумовлюють підвищені вимоги до якості вебінтерфейсів. У сучасних інформаційних системах (ІС) інтерфейс користувача виступає не лише засобом візуалізації даних, але й визначальним чинником ефективності взаємодії людини з програмним середовищем. Саме тому проблема оптимізації вебінтерфейсів набуває особливої актуальності, а розроблення дружніх (user-friendly) інтерфейсів стає одним із ключових завдань проєктування [1].

Дружній інтерфейс характеризується високим рівнем зрозумілості, доступності та зручності використання, що забезпечує мінімізацію когнітивного навантаження на користувача. Основними принципами його побудови є інтуїтивність, узгодженість елементів, передбачуваність поведінки системи, а також адаптивність до різних пристроїв і категорій користувачів. Важливим аспектом є врахування особливостей сприйняття інформації людиною, зокрема обмежень короткочасної пам'яті, уваги та швидкості обробки візуальних даних.

У контексті оптимізації вебінтерфейсів застосовуються різні моделі взаємодії користувача із системою, зокрема когнітивні моделі, моделі користувацького досвіду (UX) та структурно-функціональні моделі. Їх використання дозволяє аналізувати поведінку користувачів та визначати напрями вдосконалення інтерфейсу [2].

Особливу увагу слід приділити методам підвищення швидкодії вебінтерфейсів, оскільки технічні характеристики безпосередньо впливають на сприйняття користувачем системи. Оптимізація часу завантаження сторінок, зменшення обсягу переданих даних, використання кешування та адаптивних технологій сприяють підвищенню продуктивності та покращенню загального користувацького досвіду [3].

Прикладом ефективної реалізації принципів дружнього дизайну є інтерфейс платформи Airbnb. Даний сервіс демонструє збалансоване поєднання простоти, функціональності та естетичної привабливості. Інтерфейс побудований таким чином, щоб користувач міг інтуїтивно виконувати основні дії, зокрема пошук житла, фільтрацію результатів та бронювання [4]. Використання якісного візуального контенту, чіткої структури сторінок та логічної навігації значно спрощує процес взаємодії з платформою. Це дозволяє зменшити когнітивне навантаження та підвищити швидкість прийняття рішень користувачем (рис. 1).

Окрему увагу слід приділяти доступності інтерфейсів для всіх категорій користувачів, включаючи осіб з особливими потребами. Це передбачає використання контрастних кольорових схем, альтернативного тексту для зображень та забезпечення можливості навігації за допомогою клавіатури.

Комплексне застосування моделей і методів оптимізації дозволяє створювати ефективні, дружні та адаптивні вебінтерфейси, що відповідають вимогам сучасних

ІС. У результаті підвищується якість взаємодії користувача з цифровими продуктами, зменшується ймовірність помилок та зростає рівень задоволеності користувачів.

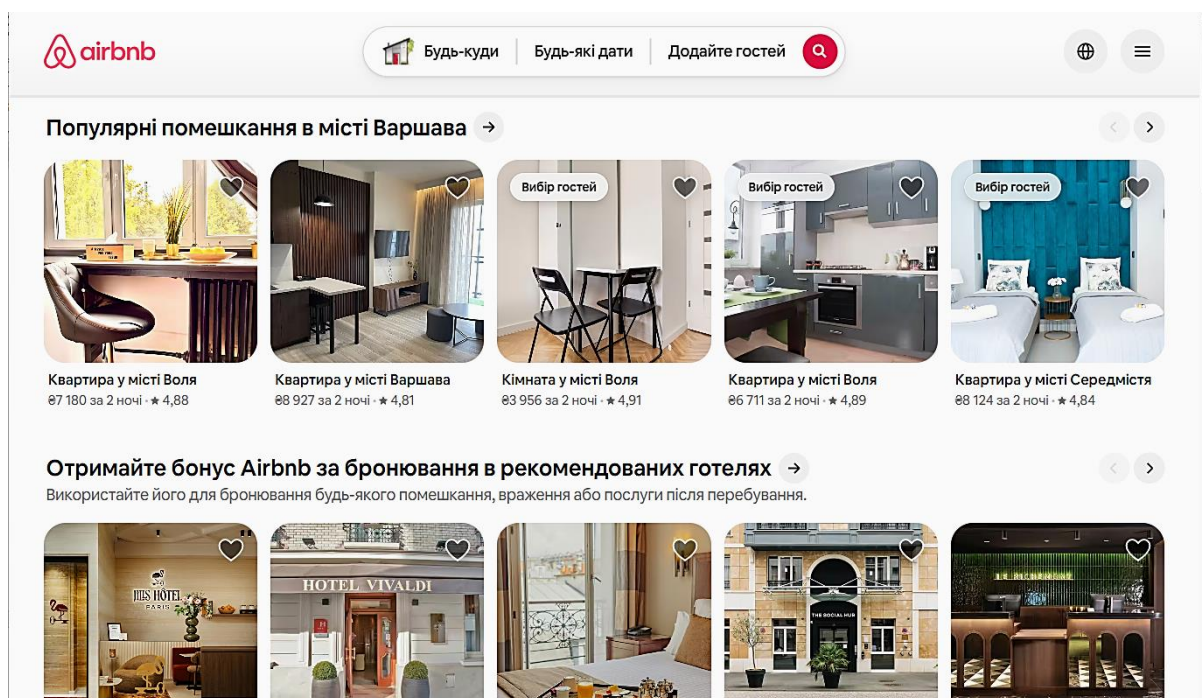


Рисунок 1 – Приклад дружнього інтерфейсу на сайті Airbnb [4]

Отже, оптимізація вебінтерфейсів є важливою складовою розвитку сучасних ІС, оскільки безпосередньо впливає на ефективність роботи користувача з ІС. Використання відповідних моделей і методів проектування дає змогу створювати інтуїтивно зрозумілі, продуктивні інтерфейси, які відповідають потребам різних груп користувачів, забезпечують зручність, продуктивність та доступність для широкого кола користувачів.

Список використаних джерел

1. SEO for Beginners: An Introduction to SEO Basics. SEJ. URL: <https://www.searchenginejournal.com/seo-guide/> (дата звернення 17.04.2026).
2. Honeycutt L. How to Evaluate & Improve Your SEO Strategy. SEJ Blog. URL: <https://www.searchenginejournal.com/evaluate-improve-seo-strategy/267145/#close> (дата звернення 17.04.2026).
3. Samoilenko A. Оптимізація користувацького досвіду в LMS: дизайн інтерфейсу та зручність використання. URL: <https://skillzrun.com/blog/optimizacziya-koristuvaczskogo-dosvidu-v-lms-dizajn-interfejsu-ta-zruchnist-vikoristannya/> (дата звернення 17.04.2026).
4. Airbnb. URL: <https://www.airbnb.com.ua/> (дата звернення 17.04.2026).

*Сокурєнко Артем, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська*

ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ І ЦИФРОВОЇ АНАЛІТИКИ В АГРОПІДПРИЄМСТВАХ

Економічна ефективність впровадження інформаційних систем управління аграрним виробництвом (Farm Management Systems, FMS) визначається не лише рівнем автоматизації виробничих процесів, але й здатністю забезпечувати підвищення результативності використання ресурсів підприємства. В умовах розвитку технологій точного землеробства цифрові платформи виконують функції інтеграції виробничих даних, моніторингу польових робіт, підтримки прийняття управлінських рішень, контролю використання техніки та планування технологічних операцій [1]. Тому оцінювання економічної доцільності впровадження FMS є важливим етапом обґрунтування ефективності цифрової трансформації аграрного виробництва.

Методика оцінювання передбачає порівняння основних виробничо-економічних показників діяльності підприємства до та після впровадження цифрової системи управління. При цьому враховується вплив автоматизації на використання матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів, оперативність прийняття рішень і загальний рівень прибутковості виробництва.

Комплексне оцінювання ефективності FMS доцільно здійснювати за групами показників: економічними, виробничо-технологічними, організаційними та аналітичними. До основних економічних показників належать приріст прибутку, скорочення витрат на виробничі ресурси, зменшення непродуктивних витрат, термін окупності цифрової системи та рентабельність інвестицій.

У загальному вигляді економічний ефект від впровадження FMS визначається як різниця між отриманими результатами та витратами на її впровадження:

$$E = P - C, \quad (1)$$

де E – економічний ефект;

P – прибуток, отриманий у результаті впровадження системи;

C – сумарні затрати на впровадження FMS.

Для оцінювання ефективності цифрової системи доцільно використовувати також показник рентабельності інвестицій (ROI), який характеризує співвідношення отриманого прибутку до витрат на впровадження системи:

$$ROI = \frac{P-C}{C} \times 100\%, \quad (2)$$

де P – прибуток, отриманий у результаті впровадження системи;

C – сумарні затрати на впровадження FMS (див. формулу 1).

Одним із важливих критеріїв оцінювання є також термін окупності цифрової системи, який визначається як відношення загальних витрат на впровадження до середньорічного економічного ефекту:

$$T = \frac{C}{E_{year}}, \quad (3)$$

де T – термін окупності;

C – витрати на впровадження FMS;

E_{year} – середньорічний економічний ефект.

До складу витрат на впровадження FMS можна включити :

- налаштування та інтеграцію системи – 120 000 грн;
- навчання персоналу – 30 000 грн;
- підключення GPS-моніторингу та імпорту даних – 50 000 грн;
- річну ліцензійну підтримку – 100 000 грн.

Сумарні витрати: $C = 120000 + 30000 + 50000 + 100000 = 300000$ грн.

Оцінювання E_{year} виконане для умовного аграрного підприємства із земельним банком 1000 га з використанням окремих функціональних модулів FMS Soft.Farm. Розрахунки базуються на усереднених показниках господарств регіону та демонструють потенційний економічний ефект від оптимізації виробничих процесів. Порівняльний аналіз здійснюється для двох станів підприємства: до впровадження цифрової системи; після інтеграції FMS у виробничі процеси [3]. Результати показані в табл. 1.

Таблиця 1 – Окремі показники економії ресурсів при використанні FMS Soft.Farm (1000 га посівних площ, ціни станом на 15.04.2026 2026 р.)

Напрямок оптимізації	Зменшення витрат, %	Обсяг заощаджених ресурсів	Вартість одиниці ресурсу, грн	Економічний ефект, грн
Уточнений облік контурів і площ поля, га	3	30 га	11400	342000
Оптимізація (точність) внесення мінеральних добрив (ЗЗР), т	12	25 т	34000	850000
Скорочення витрат пального за рахунок GPS-моніторингу, л	10	900 л	89,92	80928
Загальний економічний ефект	-	-	-	1272928

При проведенні обчислень були взяті довідкові ціни на дизельне паливо на початок 2026 р., вартість 1 т комплексного мінерального добрива Нітроаміофоска-М: 9:18:22 (НФ-00008202), які відповідно складають: 89,92 грн/л [4] та 34000 грн/т [5]. Наведені значення мають аналітичний характер і застосовуються для оцінювання потенційної економічної ефективності впровадження цифрової системи управління. Отримані результати свідчать, що використання навіть окремих модулів Soft.Farm дозволяє сформулювати додатковий економічний ефект E_{year} у розмірі понад 1,27 млн грн на кожні 1000 га посівних площ. Найбільший внесок у формування економії забезпечують точний облік земельних ресурсів, контроль норм внесення добрив, зменшення перевитрат пального та скорочення дублювання технологічних операцій.

Розрахуємо ROI . Для спрощення приймемо, що додатковий прибуток відповідає отриманому економічному ефекту, тобто $P = 1272928$ грн. Підставимо значення у формулу (2):

$$ROI = \frac{1272928-300000}{300000} \times 100\% = 324,3\%.$$

Отримане значення означає, що на кожен вкладений гривню підприємство потенційно отримує близько 3,24 грн чистого економічного результату протягом першого року експлуатації системи.

Таким чином, методологія оцінювання ефективності впровадження FMS передбачає комплексний аналіз економічних, виробничих та аналітичних результатів цифровізації аграрного виробництва. Використання сучасних інформаційних систем дозволяє не лише автоматизувати облік і контроль виробничих процесів, а й створює основу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень на основі даних, що є необхідною умовою розвитку підприємств у концепції Агрокультури 4.0.

Список використаних джерел

1. Barrett H. & Rose D. Perceptions of the Fourth Agricultural Revolution: What's In, What's Out, and What Consequences Are Anticipated? *Sociologia Ruralis*. 2022. 62(2). P. 162-189 (дата звернення 17.04.2026).
2. Людвік І. Підвищення конкурентоспроможності АПК України через інноваційні стратегії: розробка та застосування моделей аналізу ефективності в умовах глобалізації. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. С. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-79> (дата звернення 17.04.2026).
3. Копішинська О. П., Уткін Ю. В., Маренич М. М. Ефективність впровадження систем точного землеробства в аграрних підприємствах. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Економічні науки*. 2019. Вип. 34. С. 157-164 (дата звернення 17.04.2026).
4. Ціни на бензин, дизпаливо, газ на АЗС України. *Minfin*. URL: <https://index.minfin.com.ua/markets/fuel/> (дата звернення 17.04.2026).
5. Нітроамофоска-М NPK 7:17:21, 1 тонна, Україна. *Купити мінеральні NPK добрива в Україні: Ціни Виробника. Тетра Агро*. URL: https://tetra-agro.com.ua/products/nitroamofoska_m_npk_7_17_21 (дата звернення 17.04.2026).

*Бабінський Богдан, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ І СТАТИСТИКИ ІНТЕРНЕТ-ПРИСУТНОСТІ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ КАВ'ЯРЕНЬ

Загальним трендом закладів харчування є постійне збільшення частки їхньої присутності в різноманітних формах в мережі інтернет. Більшість потенційних відвідувачів здійснює пошук інформації про заклад, перегляд меню, ознайомлення з акціями та бронювання столиків, зрештою, онлайн-замовлення за допомогою смартфонів, що обумовлює необхідність використання закладами всіх можливих засобів представлення інформації, яка може бути переглянута на відповідних пристроях [1]. Дослідження цього ринку є актуальним, оскільки кількість таких закладів, як кав'ярні, зацікавленість аудиторії, є надзвичайно численною і в світі, і в Україні, конкурентність високою. Разом із тим, постійно з'являються нові ніші для бізнесу з відкриття кав'ярень, а відповідно і потреба в ефективних цифрових інструментах для створення конкурентних застосунків для підтримки послуг таких закладів. Для прийняття рішення щодо створення вебсайту, або ведення сторінки в соціальних мережах, або просто запуск рекламної продукції в інтернеті, необхідно володіти актуальною інформацією про стан інтернет-присутності кав'ярень в інтернеті.

Методологія оцінювання ефективності впровадження FMS базується на порівнянні економічних, технологічних та організаційних показників діяльності підприємства до та після використання цифрової системи. Основною метою такого аналізу є визначення ступеня впливу автоматизації на продуктивність виробництва, витрати ресурсів, урожайність, оперативність прийняття рішень і загальний рівень рентабельності господарства.

Після пандемії COVID-19 тенденція до використання вебсайтів та соціальних мереж для просування закладів продовжує посилюватися. Оскільки прямої, єдиної світової бази даних, яка б рахувала точну кількість сайтів конкретно для кожної кав'ярні, немає, статистика базується на перехресних даних глобального ринку кав'ярень (World Coffee Portal, Eurostat), маркетингових дослідженнях та аналітиці інструментів розробки (наприклад, даних BuiltWith про інтеграцію онлайн-замовлень і систем e-commerce) [2].

Загалом у світі налічується понад 500-600 тисяч діючих кав'ярень (включно з великими мережами, локальними брендами та дрібними незалежними закладами).

Нижче наведено комплексну діаграму, яка відображає сучасні тенденції інтернет-присутності кав'ярень у світі, поєднуючи класичні вебсайти, мобільні рішення та локальне SEO (рис. 1). Діаграма містить опис цільової аудиторії та характеристики технологій для реалізації зазначеної форми присутності. Результати статистичного аналізу представлені на круговій діаграмі (рис. 2), де наочно показано сегмент кожного виду інтернет-присутності у %. У результаті проведеного дослідження виявлено наступні тенденції (див. рис. 1-2).

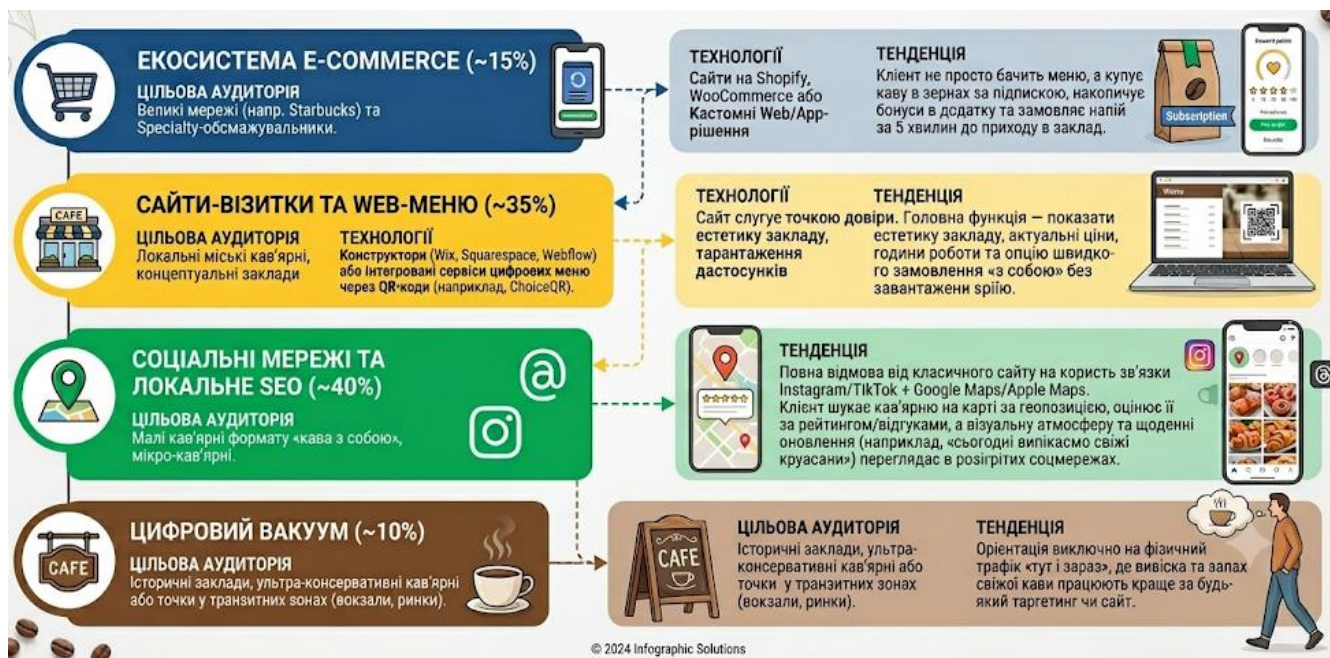


Рисунок 1 – Сучасна екосистема інтернет-присутності кав'ярень у світі

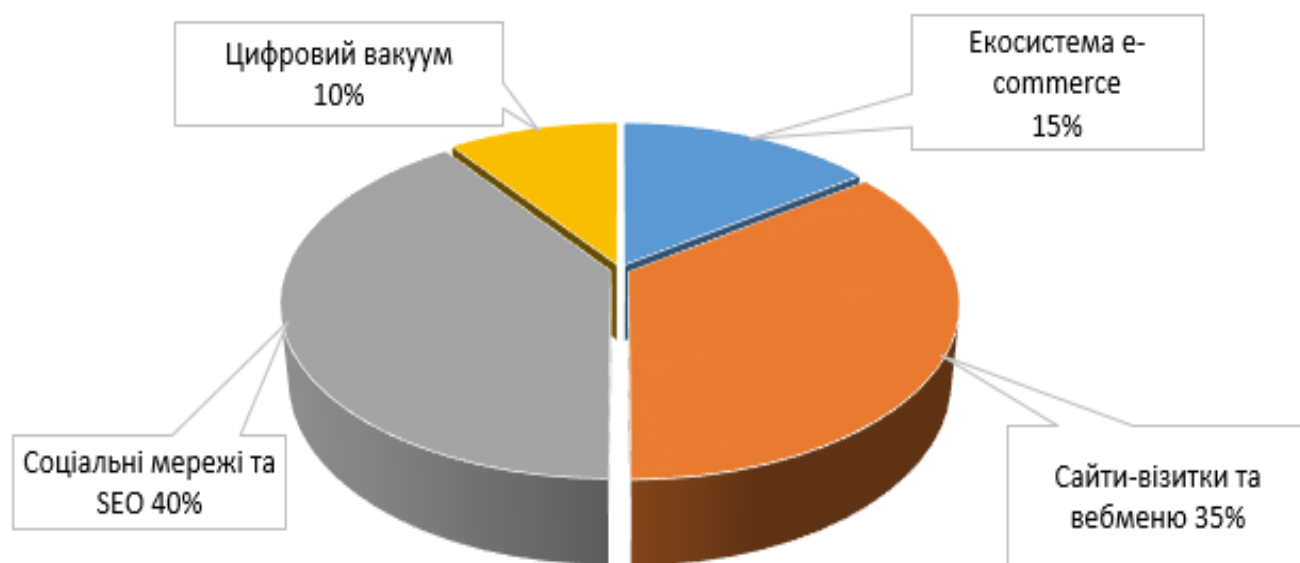


Рисунок 2 – Діаграма розподілу цифрової присутності кав'ярень в інтернеті

1. Повноцінний e-commerce сайт (із доставкою/підпискою) займає ~15%. Сюди входять великі мережі (Starbucks, Costa Coffee) та крафтові ростери (specialty coffee), які продають зерно онлайн, розвивають власні мобільні додатки та пропонують підписку на каву. Технології: сайти на Shopify, WooCommerce або кастомні Web/App-рішення.

2. Сайт-візитка з онлайн-меню або замовленням мають до 35% закладів: локальні міські кав'ярні середнього рівня та локальні мережі. Такий сайт містить контакти, меню, карту проїзду та просту форму для замовлення «з собою». Технології: конструктори (Wix, Squarespace, Webflow) або інтегровані сервіси цифрових меню через QR-коди (наприклад, ChoiceQR) [3].

3. Соціальні мережі та Локальне SEO (без власного сайту) - ~40 %. Малі кав'ярні формату «кава з собою», мікро-кав'ярні у спальних районах. Вони повністю покладаються на Instagram, Facebook або локальні карти (Google Maps, Apple Maps).

4. Взагалі без цифрової присутності - ~10 %. Традиційні старі європейські кав'ярні, кіоски у віддалених регіонах або заклади, орієнтовані суто на випадкових перехожих у транзитних зонах (вокзали, ринки). Орієнтація виключно на фізичний трафік «тут і зараз», де вивіска та запах свіжої кави працюють краще за будь-який таргетинг чи сайт.

Таким чином, актуальність застосування вебтехнологій у розвитку бізнесу зумовлена необхідністю створення сучасних адаптивних вебресурсів для закладів громадського харчування, орієнтованих на мобільних користувачів, а також потребою розроблення універсальних шаблонів вебсайтів, які можуть використовуватися як основа для швидкого створення ефективних лендінгових сторінок різних кафе та інших закладів сфери обслуговування.

Список використаних джерел

1. Бізнес-план кав'ярні: приклад із розрахунками у 2024 році. *Smart Cafe*. URL: <https://smartcafe.com.ua/infocentr/biznes-plan-kavyarni-priklad-iz-rozrahunkami> (дата звернення 15.04.2026).

2. The leading information platform for the global coffee industry. URL: <https://www.worldcoffeeportal.com/about/> (дата звернення 15.04.2026).

3. Які задачі закривають конструктори сайтів? URL: <https://www.worldcoffeeportal.com/about/> (дата звернення 15.04.2026).

*Мироненко Михайло, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська*

КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

Стрімкий розвиток цифрової економіки суттєво трансформує підходи до організації комерційної діяльності підприємств. Одним із найбільш динамічних напрямів цифровізації є електронна комерція, яка забезпечує можливість здійснення торговельних операцій через інтернет [1]. У сучасних умовах інтернет-магазин виступає не лише інструментом продажу товарів, а й комплексною інформаційною системою, що об'єднує маркетингові, логістичні, комунікаційні та аналітичні процеси підприємства [2].

Розробка інтернет-магазину передбачає не лише створення зручного користувацького інтерфейсу, але й побудову масштабованої архітектури програмного забезпечення, здатної забезпечити безперебійну роботу, захист персональних даних користувачів та ефективне управління бізнес-процесами.

Концептуально-методологічний підхід до розробки інтернет-магазину ґрунтується на поєднанні принципів системного аналізу, користувацько-орієнтованого проєктування, модульної архітектури та сучасних технологій веброзробки.

На першому етапі розробки здійснюється аналіз предметної області та формування функціональних вимог до системи. Визначаються категорії товарів, цільова аудиторія, бізнес-процеси підприємства, способи доставки та оплати замовлень, а також механізми взаємодії з клієнтами. Встановлюються вимоги до продуктивності, безпеки та адаптивності програмного продукту.

Другий етап передбачає проєктування архітектури інформаційної системи. Доцільним є використання багаторівневої структури, яка складається з клієнтського інтерфейсу (Front-end), серверної частини (Back-end) та системи керування базами даних. Такий підхід забезпечує незалежність окремих компонентів системи та спрощує процес їх модернізації.

Особлива увага приділяється проєктуванню користувацького інтерфейсу, оскільки саме він визначає комфортність взаємодії відвідувачів із вебресурсом. Інтерфейс повинен відповідати принципам UX/UI-дизайну, забезпечувати інтуїтивну навігацію, адаптацію до різних типів пристроїв та мінімізувати кількість дій, необхідних для оформлення замовлення.

Методологічна модель розробки інтернет-магазину може бути представлена у вигляді послідовності взаємопов'язаних етапів: аналіз вимог, проєктування структури системи, розробка інтерфейсу, програмна реалізація, тестування, впровадження та подальша підтримка програмного продукту (рис. 1). Такий підхід дозволяє забезпечити контроль якості на кожному етапі життєвого циклу ПЗ.

Важливою складовою сучасного інтернет-магазину є інтеграція зовнішніх сервісів. До них належать платіжні системи, сервіси доставки, CRM-системи, аналітичні платформи та інструменти цифрового маркетингу. Перспективним

напрямом розвитку інтернет-магазинів є використання технологій штучного інтелекту та аналізу великих обсягів даних. На основі поведінкових характеристик користувачів можуть формуватися персоналізовані рекомендації товарів, прогнозуватися попит та оптимізуватися маркетингові кампанії [3].

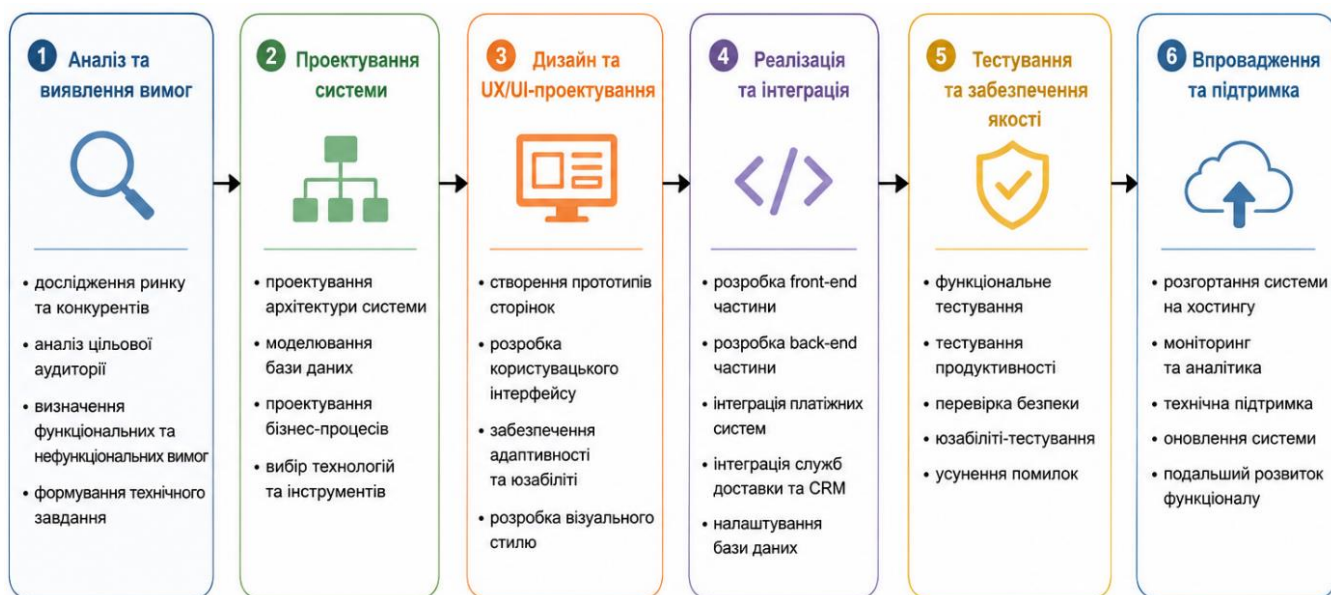


Рисунок 1 – Авторська модель проєктування інтернет-магазину

Важливим аспектом розробки інтернет-магазину є забезпечення інформаційної безпеки. Система повинна підтримувати захищені протоколи передачі даних, механізми автентифікації користувачів, захист персональної інформації та резервне копіювання даних, що є необхідною умовою підвищення довіри користувачів до електронних сервісів.

Практична реалізація концептуально-методологічного підходу дозволяє сформулювати універсальну модель розробки інтернет-магазину, яка поєднує технологічні, функціональні та організаційні складові. Використання сучасних засобів веброзробки, таких як HTML5, CSS3, JavaScript, фреймворки користувацького інтерфейсу, серверні технології та системи керування базами даних, забезпечує високу продуктивність, масштабованість і надійність [4].

Таким чином, концептуально-методологічний підхід до розробки інтернет-магазину передбачає комплексне поєднання принципів системного проєктування, користувацько-орієнтованого дизайну та сучасних інформаційних технологій.

Узагальнюючи, робота над власним проєктом розробки інтернет-магазину розпочинається зі складання консолідованого пулу функціональних вимог до інтернет-магазину з урахуванням того, що деякі продавці, які не є прямими дилерами однієї марки, створюють мультибрендовий маркет-плейс, де можна одразу пропонувати різні брендові товари, поєднуючи сильні сторони різних виробників та створювати власну систему маркетингу.

Структура та асортимент магазину можуть варіюватися залежно від різних факторів, таких як розмір магазину, його місцезнаходження та цільова аудиторія, товарна орієнтація тощо. Нижче наведено приклад оптимальної структури інтернет-магазину (рис. 2).

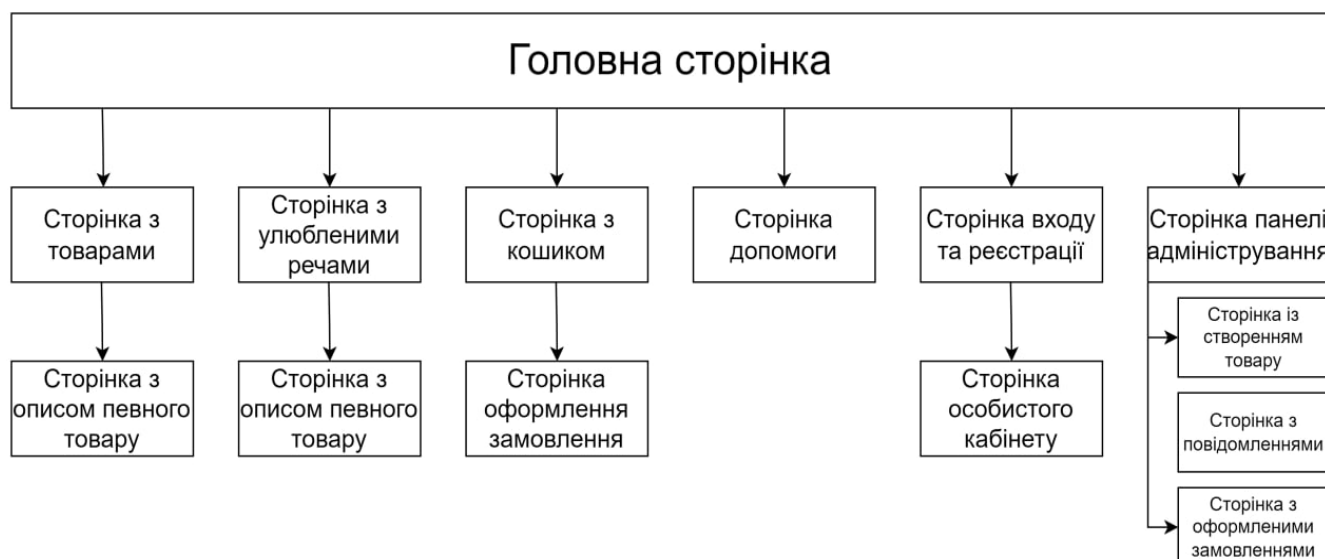


Рисунок 2– Схема архітектури повного сайту інтернет-магазину

Отже, аналіз потенційного розвитку ринку електронної комерції, значний набір програмно-технічного інструментарію для створення інтернет-магазинів показав перспективність розробок подібних вебресурсів для бізнесу та необхідність набуття відповідних навичок при підготовці фахівців у сфері веброзробки. Представлена в дослідженні концепція підготовки до проєктування інтернет-магазину є методологічним інструментом для початку вирішення технічних завдань.

Список використаних джерел

1. Laudon K., Traver C. E-commerce 2021: Business, Technology, Society. 16th ed. New York: Pearson Education, 2021. 912 p.
2. Червона О. Тенденції розвитку електронної комерції. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Серія «Економічні науки». 2020. Т. 39. С. 65-68.
3. What Is Shopify and How Does It Work? *Shopify*: вебсайт. URL: <https://www.shopify.com/blog/what-is-shopify> (дата звернення: 14.04.2026).
4. The most flexible ecommerce platform. URL: <https://woocommerce.com/> (дата звернення: 14.04.2026).

*Кашаєв Єгор, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.т.н., доцент Уткін Юрій*

РОЛЬ МОВИ SQL У СТВОРЕННІ СТРУКТУРОВАНИХ ЗАПИТІВ БАЗ ДАНИХ

Ефективне функціонування сучасних систем управління базами даних (БД) значною мірою забезпечується використанням спеціалізованих мов обробки інформації. Основною мовою взаємодії користувача та програмних засобів із реляційними БД є SQL (Structured Query Language – мова структурованих запитів). Вона використовується для створення структури БД, введення та редагування інформації, організації доступу до даних, формування запитів і забезпечення функціонування інформаційних систем різного призначення [1].

Мова SQL була розроблена у 1970-х роках компанією IBM на основі реляційної моделі даних Едгара Кодда. Головною метою стало створення універсального інструменту для роботи з реляційними БД незалежно від конкретної системи управління БД. На сьогодні SQL є міжнародним стандартом і підтримується більшістю сучасних СУБД, зокрема Microsoft Access, MySQL, PostgreSQL, Oracle Database та Microsoft SQL Server [1].

Мову SQL традиційно відносять до декларативних або описових мов програмування. Це означає, що користувач описує, яку інформацію необхідно отримати або яку операцію потрібно виконати, але не визначає безпосередній алгоритм реалізації цих дій. Основна увага в SQL приділяється результату виконання запиту, а не способу його досягнення. Сучасні реалізації SQL підтримують окремі елементи процедурного програмування, зокрема оператори умовного переходу, циклів, змінних та процедур, тому SQL поєднує можливості описового та процедурного підходів до обробки даних.

Функціональні можливості SQL умовно поділяються на декілька основних компонентів: DDL, DML, DCL та TCL. Компонент DDL (Data Definition Language – мова визначення даних) використовується для створення та зміни структури бази даних. За допомогою команд цієї групи можна створювати таблиці, змінювати їх структуру, визначати типи даних, ключові поля та видаляти об'єкти бази даних. Основними командами DDL є CREATE, ALTER та DROP. Саме ці оператори забезпечують формування логічної структури бази даних відповідно до вимог предметної області [2].

Компонент DCL (Data Control Language – мова керування даними) забезпечує організацію захисту інформації та контроль доступу користувачів до бази даних. За допомогою команд цієї групи визначаються права користувачів на перегляд, зміну або видалення інформації. Основними командами DCL є GRANT та REVOKE.

Компонент TCL (Transaction Control Language – мова управління транзакціями) використовується для керування транзакціями. Транзакція являє собою логічно завершену послідовність операцій із базою даних, яка повинна бути виконана повністю або не виконана зовсім. Це дозволяє забезпечити цілісність та узгодженість інформації. Основними командами TCL є COMMIT, ROLLBACK та SAVEPOINT.

Важливою складовою SQL є система типів даних. Вона визначає формат і спосіб зберігання інформації в таблицях бази даних. Для текстових даних SQL підтримує два основних типи: CHARACTER та CHARACTER VARYING.

Тип CHARACTER або CHAR використовується для зберігання рядків фіксованої довжини. При визначенні такого типу задається максимальна кількість символів у рядку. Якщо введене значення містить менше символів, ніж передбачено форматом, решта позицій автоматично заповнюється пробілами.

Тип CHARACTER VARYING або VARCHAR застосовується для зберігання текстових даних змінної довжини. При цьому зберігається лише фактична кількість введених символів, що дозволяє ефективніше використовувати пам'ять. Саме тип VARCHAR найбільш часто використовується при створенні таблиць баз даних, оскільки значення текстових полів у більшості випадків мають різну довжину [3].

Основним засобом роботи з даними в SQL є SQL-запит. У результаті виконання SQL-запиту формується результатна таблиця, яка містить дані, що відповідають умовам запиту. Якщо потрібних записів не знайдено, створюється порожня таблиця результатів. Результатна таблиця існує лише під час виконання запиту та не зберігається фізично у базі даних, тому її часто називають віртуальною таблицею.

Базовий SQL-запит для вибірки даних має вигляд:

SELECT списокСтовпців FROM списокТаблиць.

Оператори SELECT та FROM є обов'язковими елементами запиту. Оператор SELECT визначає перелік стовпців, які необхідно отримати у результаті виконання запиту, а оператор FROM вказує таблиці, з яких здійснюється вибірка даних.

Для уточнення умов вибірки використовуються додаткові оператори SQL. Найбільш поширеними серед них: WHERE, GROUP BY, HAVING і ORDER BY.

Оператор WHERE використовується для відбору записів за певними умовами та виконує функцію фільтрації даних. Оператор GROUP BY призначений для групування записів за значеннями окремих полів. Це дозволяє виконувати агрегатні обчислення, наприклад визначати суму, середнє значення або кількість записів у групі.

Оператор HAVING застосовується для відбору груп записів після виконання групування. Він використовується лише разом із GROUP BY. Оператор ORDER BY забезпечує сортування результатів запиту за одним або декількома полями у зростаючому або спадному порядку.

SQL-запит із використанням усіх основних операторів уточнення має вигляд:

*SELECT списокСтовпців FROM Ім'яТаблиці;
WHERE УмоваПошуку;
GROUP BY полеГрупування;
HAVING УмоваПошуку;
ORDER BY УмоваСортування.*

Хоча оператори у SQL-запиті записуються у визначеному порядку, виконуються вони системою управління базами даних в іншій послідовності. Спочатку обробляється оператор FROM, потім WHERE, GROUP BY, HAVING, SELECT і лише після цього ORDER BY. Такий механізм виконання запитів забезпечує ефективну обробку інформації та формування результатної таблиці.

У системі Microsoft Access SQL використовується як основний механізм формування запитів до бази даних. Хоча Access підтримує графічний конструктор запитів, усі операції фактично реалізуються за допомогою SQL-команд. Це дозволяє користувачам поєднувати простоту візуального проектування із широкими можливостями мови структурованих запитів

Таким чином, SQL є універсальним та ефективним інструментом роботи з реляційними базами даних. Її використання забезпечує створення сучасних інформаційних систем, автоматизацію обробки даних та підтримку управлінських процесів у діяльності підприємств різних сфер.

Список використаних джерел

1. Робота з запитами SQL. URL: <https://www.databasetour.net/ua/documentation/working-with-sql-queries.htm> (дата звернення: 19.04.2026).
2. Fang J., Lychagin D., Carey M., Tsotras V. A new window Clause for SQL++. *The VLDB Journal*. 2024. Vol. 33. P. 595-23.
3. Tomova M., Hofmann M., Hütterer C., Mäder P. Assessing the utility of text-to-SQL approaches for satisfying software developer information needs // *Empirical Software Engineering*. 2024. Vol. 29.

*Галюк Максим, З.В.О. першого (бакалаврського) рівня,
спеціальність «Інформаційні системи та технології»
Науковий керівник – к.ф.-м.н., доцент Олена Копішинська*

АНАЛІЗ РИНКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ТА МОЖЛИВОСТЕЙ ЇХ МОДИФІКАЦІЙ

Сучасна індустрія комп'ютерних ігор є однією з найдинамічніших сфер розвитку інформаційних технологій (ІТ). За оцінками аналітичних компаній, обсяг світового ринку відеоігор у 2025 р. перевищив 197,1 млрд доларів США, а у 2026 р. перетнув позначку 205 млрд доларів (рис. 1), демонструючи стабільне зростання навіть в умовах загальної нестабільності світової економіки [1]. Значна частина доходів галузі формується за рахунок цифрової дистрибуції контенту, онлайн-сервісів та внутрішньоігрових покупок, що свідчить про високий рівень цифровізації ігрової індустрії [2].

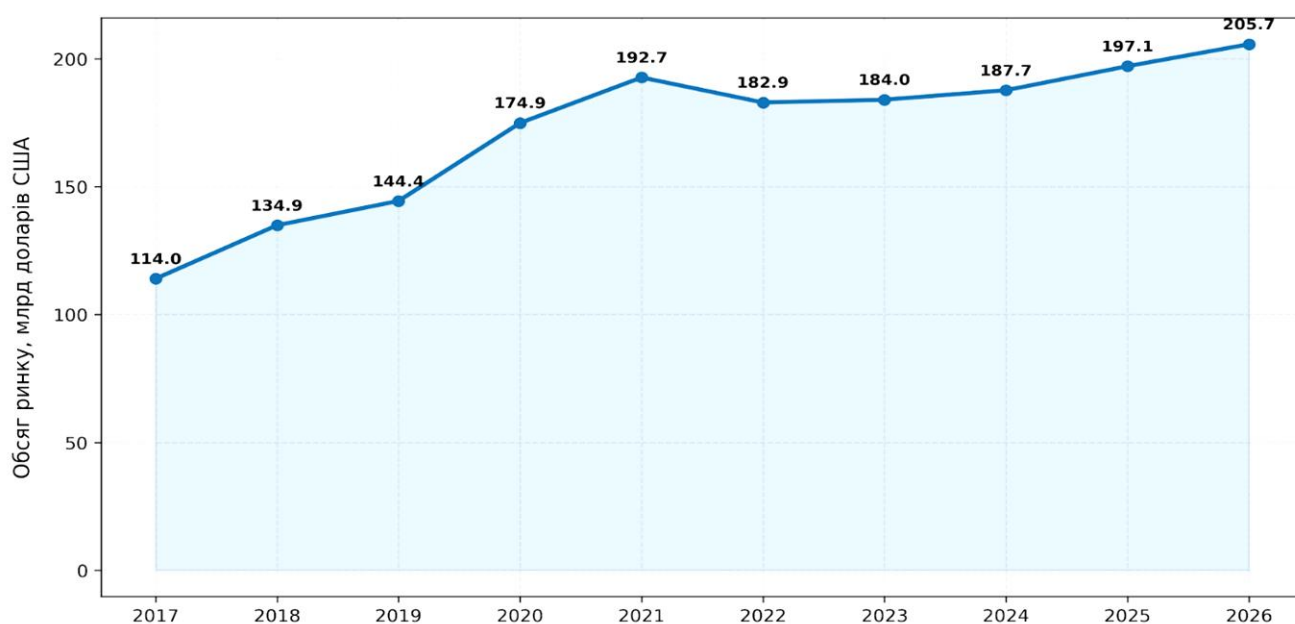


Рисунок 1 – Динаміка обсягу світового ринку відеоігор за 2017–2026 рр. (на основі аналітичних даних [1])

Ринок програмного забезпечення (ПЗ) для комп'ютерних ігор об'єднує провідні технологічні корпорації світу. Серед найбільших компаній-розробників і видавців за обсягами ігрових доходів у 2024–2025 рр. лідируючі позиції займають Tencent, Sony Interactive Entertainment та Microsoft Gaming (рис. 2) за версією статистичних даних ANYSTAT [3]. Річні доходи їхніх ігрових підрозділів оцінюються у десятки мільярдів доларів США, що підтверджує значний економічний потенціал галузі та її вагоме місце у світовій цифровій економіці.

Індустрія комп'ютерних ігор поєднує програмування, комп'ютерну графіку, мережеві технології, проєктування користувацьких інтерфейсів, технології баз даних, штучний інтелект та управління цифровим контентом. Саме тому розробка ПЗ для ігрових платформ розглядається як одна з перспективних сфер професійної діяльності фахівців галузі ІТ. Вивчення принципів функціонування ігрових систем дозволяє

майбутнім розробникам отримати практичний досвід створення складних програмних продуктів, що поєднують різноманітні програмні компоненти та сучасні підходи до проектування інформаційних систем (ІС).

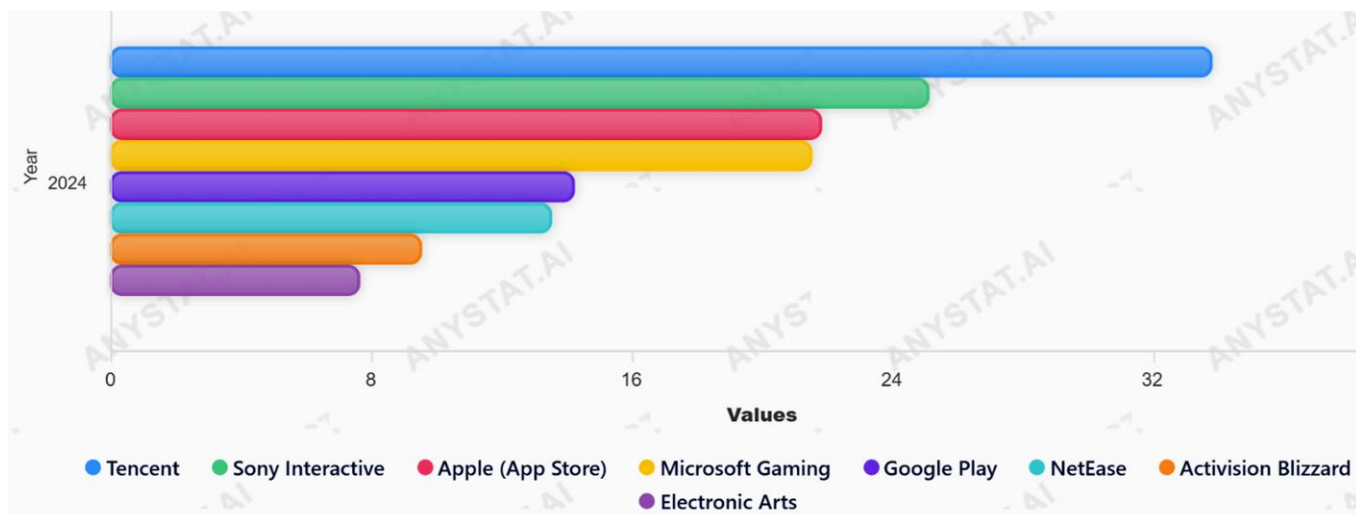


Рисунок 1.2 – Топ компаній-розробників відеоігор за оцінками 2024 р [3]

Згідно проведених досліджень, розробникам ігор стає дедалі складніше керувати витратами на розробку гри, водночас задовольняючи високі очікування геймерів. Один зі способів збалансувати зростаючі очікування геймерів та стрес від розробки – це створити активну спільноту моддерів навколо гри. Особливе місце серед сучасних комп'ютерних ігор займають так звані «пісочниці» (sandbox games), які надають користувачам значну свободу дій та можливість самостійно формувати ігровий процес.

Існує кілька прикладів ігор з надзвичайно активною та успішною спільнотою моддерів, однією з найпомітніших з яких є гра Minecraft. Станом на 2025 р. гра продовжує залишатися найпродаванішою відеогрою в історії, а кількість проданих копій перевищила 350 млн, що є безпрецедентним показником для індустрії ігор [4].

Minecraft була створена шведським програмістом Маркусом Перссоном (Notch) у 2009 р. У подальшому розробкою гри займалася компанія Mojang Studios, яка у 2014 р. стала частиною корпорації Microsoft [5]. Основною особливістю Minecraft є відкритий віртуальний світ, що складається з блоків різних типів.

Популярність Minecraft пояснюється поєднанням простоти ігрової механіки та практично необмежених можливостей для творчості. На відміну від багатьох інших комп'ютерних ігор, де користувачі діють за заздалегідь визначеним сценарієм, Minecraft дозволяє самостійно визначати цілі та способи їх досягнення. Завдяки цьому гра використовується не лише для розваг, але й у навчальних цілях, зокрема для розвитку просторового мислення, логіки та навичок командної роботи [4].

Важливою перевагою Minecraft є її висока адаптивність до потреб користувачів. Такий підхід сприяв формуванню великої міжнародної спільноти розробників і користувачів, які створюють власні доповнення та програмні модифікації.

Модифікацією (англ. modification, mod) називають програмне доповнення, яке змінює або розширює функціональність комп'ютерної гри без внесення змін до її базового вихідного коду. У Minecraft модифікації можуть додавати нові блоки,

предмети, механізми, мобів, біоми, технологічні системи та навіть повністю нові сценарії гри.

Однією з причин популярності Minecraft серед розробників є використання мови програмування Java у версії Minecraft Java Edition. Це дозволяє створювати модифікації за допомогою відносно доступних програмних інструментів і забезпечує широкі можливості інтеграції додаткового функціоналу.

Завдяки модифікаціям користувачі отримують можливість налаштовувати ігровий процес відповідно до власних потреб та інтересів. Наприклад, популярні модифікації можуть додавати елементи промислового виробництва, енергетичні системи, нові виміри, магічні механіки або транспортні засоби. У результаті Minecraft перетворюється з базової гри на універсальну платформу для реалізації різноманітних ігрових концепцій.

Таким чином, обґрунтовано значення ігрової індустрії для програмної інженерії; роль Minecraft як технологічної платформи; значення модифікацій та спільнот моддерів; освітню та практичну цінність розробки програмних рішень для ігрового середовища.

Список використаних джерел

1. Biggest Game Companies in the World and Their Metrics in 2025. *Outlook Respawn*. URL: <https://respawn.outlookindia.com/gaming/gaming-guides/biggest-game-companies-in-the-world-and-their-metrics-in-2025> (дата звернення: 04.05.2026).
2. PC Gamer. URL: <https://www.pcgamer.com/gaming-industry/> (дата звернення: 04.05.2026).
3. Top Video Game Companies by Revenue 2024. *Anystat*. URL: <https://anystat.ai/stats/148/top-video-game-companies-revenue-2024> (дата звернення: 04.05.2026).
4. Aleem S., CapretzL., F. & Ahmed F. Game development software engineering process life cycle: a systematic review. *Journal of Software Engineering Research and Development*. 2016. 4 (6). <https://doi.org/10.1186/s40411-016-0032-7>
5. Welcome to the official site of Minecraft. *Minecraft.net*. URL: <https://www.minecraft.net/en-us> (дата звернення: 04.05.2026).

