

**ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ**

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему:

**«РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ СИСТЕМИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ НА
ОСНОВІ ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ»**

Виконав: здобувач 6 курсу, групи 6ПР
спеціальності 121 «Інженерія
програмного забезпечення»
Чернієнко Павло Анатолійович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Козуб Н.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Факультет
Кафедра
Освітньо-кваліфікаційний рівень
Галузі знань
Спеціальність
Освітньо-професійної програми

Інформаційних технологій та дизайну
Програмних засобів і технологій
Магістр
12 «Інформаційні технології»
121 «Інженерія програмного
забезпечення»
«Програмна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗіТ,
професор

_____ О.Є.Огнева

«___» _____ 20__
року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

_____ Чернієнко Павло Анатолійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка прототипу системи бізнес-аналітики на основі веб-
додатку _____ для _____ візуалізації
даних _____

керівник роботи к.т.н., _____ доцент Козуб Наталія
Олександрівна _____,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ХНТУ від «15» вересня 2025 року № 416-с.

2. _____ Строк _____ подання _____ здобувачем _____ роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітичний огляд наукових та інших джерел; 2. Системний
аналіз і обґрунтування проблеми; 3. Методи та засоби вирішення проблеми; 4.
Практична _____ реалізація;
Висновки _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Комп'ютерна презентація _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області, огляд літератури та формування технічного завдання	01.09.2025 – 14.09.2025	
2	Проектування архітектури системи: розробка UML-діаграм, моделювання бізнес-процесів та структури бази даних	15.09.2025 – 30.09.2025	
3	Програмна реалізація серверної частини, налаштування бази даних та API інтерфейсів	01.10.2025 – 20.10.2025	
4	Розробка клієнтської частини: створення інтерфейсу користувача та інтерактивних дашбордів	21.10.2025 – 05.11.2025	
5	Тестування програмного забезпечення, виправлення помилок та контейнеризація (Docker).	06.11.2025 – 15.11.2025	
6	Оформлення пояснювальної записки: написання розділів, вступу, висновків та списку літератури.	06.11.2025 – 15.11.2025	
7	Підготовка графічного матеріалу (презентації), нормоконтроль та подання роботи на захист.	26.11.2025 – 30.11.2025	

Здобувач

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 100 с., 26 табл., 14 рис., 2 додатки, 37 джерел.

У роботі досліджується процес розроблення прототипу системи бізнес-аналітики на основі веб-застосунку для візуалізації даних. Створена система Nova BI надає користувачам можливість самостійно формувати інтерактивні дашборди без необхідності володіння спеціальними навичками програмування, що забезпечує доступність аналітичних інструментів для малих та середніх підприємств. Реалізація системи здійснена з використанням сучасного технологічного стеку, що включає React 19, FastAPI, PostgreSQL та Redis, а архітектура базується на мікросервісній моделі з чітким розподілом зон відповідальності.

У роботі проведено порівняльний аналіз глобальних BI-систем, таких як Power BI, Tableau та Apache Superset, що дозволило ідентифікувати унікальні переваги запропонованого рішення, зокрема підхід із відкритим кодом, низьку вартість впровадження, інтеграцію штучного інтелекту та можливість автономного розгортання. Розроблена архітектура включає конструктор дашбордів із функціональністю drag-and-drop, підтримку багатьох джерел даних (PostgreSQL, MariaDB, CSV, Excel, JSON), механізми безпечного виконання SQL-запитів та інтеграцію з OpenAI GPT-4 для автоматичної генерації конфігурацій графіків.

Реалізовано комплексну систему безпеки, яка охоплює аутентифікацію через JWT, шифрування конфіденційних даних за алгоритмом Fernet (AES-128), матрицю дозволів RBAC із трьома рівнями доступу та журналювання всіх операцій користувачів.

БІЗНЕС-АНАЛІТИКА, ДАШБОРД, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ, МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА, МЕТРИКИ ЯКОСТІ, ВАЛІДАЦІЯ, UNIT-ТЕСТИ, AI-ІНТЕГРАЦІЯ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ТА ІНШИХ ДЖЕРЕЛ.....	13
1.1. Сучасний стан та тенденції розвитку систем бізнес-аналітики (bi).....	13
1.2. Аналіз існуючих рішень на ринку: Power BI, Tableau та Apache Superset 16	
1.3. Огляд технологій веб-візуалізації даних та побудови дашбордів.....	21
1.4. Аналіз підходів до інтеграції штучного інтелекту в аналітичні системи 22	
1.5. Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ.....	27
2.1. Системний аналіз об'єкта дослідження та предметної області.....	27
2.2. Побудова моделей системи: IDEF0, UML-діаграми прецедентів та діяльності.....	31
2.3. Постановка задачі та обґрунтування вимог до системи.....	34
2.4. Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	41
3.1. Обґрунтування архітектури клієнт-серверного веб-додатку.....	41
3.2. Вибір та обґрунтування стеку технологій серверної частини.....	44
3.3. Вибір засобів розробки клієнтської частини: React 19, TypeScript, Vite.....	46
3.4. Вибір системи управління базами даних та кешування.....	50
3.5. Методи забезпечення безпеки даних та автентифікації.....	53
3.6. Висновки до розділу 3.....	55
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	57
4.1. Описання складу та структури бази даних.....	57
4.2. Описання складу, структури, змісту і функцій розробленого програмного забезпечення.....	75
4.3. Послідовність етапів обробки даних.....	79

4.4. Аналіз отриманих результатів, верифікація та валідація системи.....	84
4.5. Висновки до розділу 4.....	93
ВИСНОВКИ.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	97
ДОДАТОК А. ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА РОЗРОБЛЕНОЇ.....	100
ДОДАТОК Б. ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ ВІ-ПРОТОТИПУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ (КЛІЄНТСЬКА ЧАСТИНА).....	104
ДОДАТОК Б. ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ ВІ-ПРОТОТИПУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ (СЕРВЕРНА ЧАСТИНА).....	109

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AI	Штучний інтелект
API	Прикладний інтерфейс програмування
ACID	Властивості транзакцій БД
DBMS	Система управління базами даних
BI	Бізнес-аналітика
REST	Архітектурний стиль для веб-сервісів
CRUD	Основні операції з даними
JWT	Токен для аутентифікації
RBAC	Управління доступом на основі ролей
SQL	Мова структурованих запитів
ORM	Відображення об'єктів на таблиці БД
ETL	Процес видобування, трансформації та завантаження даних
3NF	Третя нормальна форма БД
JSON	Формат обміну даними
CSV	Формат текстового файлу з розділеними значеннями
XML	Розширювана мова розмітки
HTTP	Протокол передачі гіпертексту
HTTPS	Захищений протокол передачі гіпертексту
URL	Уніфікована адреса ресурсу
UI	Користувацький інтерфейс
UX	Досвід користувача
CORS	Спільне використання ресурсів між різними origin
CSRF	Підроблення запиту на іншому сайті
XSS	Міжсайтовий скриптинг
SSL/TLS	Протокол шифрування
GDPR	Загальне положення про захист даних (ЄС)
QA	Забезпечення якості
CI/CD	Неперервна інтеграція / розгортання
DevOps	Розробка та операції

ООР	Об'єктно-орієнтоване програмування
SPA	Односторінковий веб-додаток
PWA	Прогресивний веб-додаток
MVP	Мінімально життєздатний продукт
MVC	Архітектурна модель MVC
MVVM	Архітектурна модель MVVM
DOM	Модель об'єктів документа
GPU	Графічний процесор
CPU	Центральний процесор
RAM	Оперативна пам'ять
HDD	Жорсткий диск
SSD	Твердотільний накопичувач

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному інформаційному суспільстві організації кожного дня генерують величезні обсяги даних, однак здатність перетворити ці дані на практичні рішення залишається критичним фактором конкурентної переваги. За останні два десятиліття системи бізнес-аналітики (BI) еволюціонували від інструментів, які використовувалися винятково спеціалістами в галузі інформаційних технологій, до кросс-функціональних платформ, доступних для широкого кола користувачів. Глобальний ринок бізнес-аналітики значно розширюється: його вартість склала 31,98 млрд доларів США у 2024 році, а до 2032 року очікується зростання до 63,20 млрд доларів США з річним темпом зростання 8,9%. Ця динаміка свідчить про визнання важливості BI як стратегічного інструменту для розвитку бізнесу та прийняття рішень, керованих даними.

Однак класичні системи BI часто страждають від недостатнього оновлення інформації у реальному часі, обмежених можливостей для користувачів без технічної підготовки та складного процесу створення нових звітів. Традиційні підходи вимагають залучення фахівців з обробки даних та програмування, що уповільнює прийняття рішень та збільшує витрати на розроблення та підтримку. Крім того, організації, особливо малі та середні підприємства, стикаються з фінансовими та технічними бар'єрами при впровадженні ліцензованих комерційних рішень.

Розроблення прототипу веб застосунку для бізнес-аналітики з можливостями не лише аналізу, але й інтерактивної візуалізації даних в режимі реального часу є актуальним завданням. Такий прототип має потенціал забезпечити організаціям більш гнучкий, масштабований та економічно ефективний варіант для роботи з великими обсягами даних. Крім того, інтеграція інструментів штучного інтелекту та машинного навчання в аналітичні системи відкриває нові можливості для виявлення прихованих

закономірностей та прогнозування тенденцій, що видається особливо перспективним напрямом розвитку.

Актуальність цієї роботи також зумовлена зростаючим попитом на самообслуговування аналітики (Self-Service BI), яке має потенціал демократизувати доступ до даних у межах організацій. Дослідження показують, що 65% організацій вже впроваджують рішення на базі штучного інтелекту в принаймні одній бізнес-функції, а ринок самообслуговування аналітики очікує зростання на 14,9% щорічно до 2034 року. Тому розроблення прототипу, який поєднує веб технології з можливостями AI та інтерактивною візуалізацією, є особливо перспективним завданням.

Мета і завдання дослідження. Розробити прототип вебзастосунку системи бізнес-аналітики, який забезпечує інтерактивну візуалізацію даних, аналіз у режимі реального часу та інтеграцію елементів штучного інтелекту для підтримки процесу прийняття рішень.

Завдання дослідження:

1. Провести аналітичний огляд сучасного стану та тенденцій розвитку систем бізнес-аналітики, дослідити існуючі рішення на ринку та визначити їх переваги та недоліки.
2. Дослідити технології веб-візуалізації даних та проаналізувати основні бібліотеки для побудови інтерактивних дашбордів.
3. Вивчити підходи до інтеграції штучного інтелекту та машинного навчання у аналітичні системи, розглянути методи прогнозування та виявлення аномалій.
4. Провести системний аналіз та обґрунтування проблеми розроблення прототипу з урахуванням вимог до функціональності, архітектури та інтеграції компонентів.
5. Вибрати та обґрунтувати методи та засоби вирішення проблеми, включаючи вибір архітектури, технологічного стека та інструментів розроблення.

6. Реалізувати прототип вебзастосунку з демонстрацією ключових функцій: інтерактивної візуалізації, аналізу даних та можливостей AI.

7. Провести тестування та валідацію прототипу, оцінити його ефективність та можливості масштабування.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процес збору, обробки та візуалізації великих обсягів структурованих і неструктурованих даних для підтримки прийняття рішень у меж організацій різних розмірів та типів діяльності.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є архітектура, функціональні компоненти та технологічне рішення прототипу системи бізнес-аналітики на базі вебзастосунку з інтерактивною візуалізацією та інтеграцією елементів штучного інтелекту.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна роботи полягає у наступному:

1. Синтез сучасних технологій. Розроблення архітектури прототипу, яка поєднує сучасні вебтехнології (React, Vue або Angular), бібліотеки інтерактивної візуалізації (D3.js, Chart.js, Plotly), хмарні обчислення та компоненти машинного навчання в єдину систему для реального часу аналізу.

2. Методологія інтеграції AI та BI. Запропоновано методологію інтеграції алгоритмів прогнозування та виявлення аномалій у традиційні системи бізнес-аналітики, що забезпечує розширення можливостей самообслуговування аналітики для некваліфікованих користувачів.

3. Архітектура для масштабування. Розроблена архітектура прототипу, яка дозволяє обробляти великі обсяги даних з мінімальною затримкою завдяки інтеграції обчислень у межах мережі (Edge Computing) з хмарними сервісами.

4. Удосконалення підходів до візуалізації. Впровадження адаптивних інтерфейсів та інтерактивних елементів, які дозволяють користувачам здійснювати самообслуговування аналітики без залежності від IT-фахівців.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи визначається наступними аспектами:

1. Для малих та середніх підприємств. Прототип надає економічно ефективне рішення, яке може замінити дорогі ліцензовані ВІ-платформи, сприяючи цифровій трансформації та підвищенню конкурентоздатності малого та середнього бізнесу.

2. Для науково-дослідницьких організацій. Система дозволяє науковцям та аналітикам швидко обробляти та аналізувати великі наукові датасети, виявляти закономірності та презентувати результати з високою якістю візуалізації.

3. Для державного управління та суспільних організацій. Прототип сприяє покращенню прозорості та якості управління даними у державних установах, забезпечуючи кращу координацію та інформованість під час прийняття управлінських рішень.

4. Для корпоративного сектору. Система демонструє можливість впровадження передових технологій ВІ та АІ в корпоративні процеси, що дозволяє оптимізувати операції, покращити якість обслуговування клієнтів та скоротити витрати.

5. Для освітнього середовища. Прототип може бути використаний як навчальний інструмент для підготовки фахівців у галузі інженерії програмного забезпечення, обробки даних та бізнес-аналітики.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВИХ ТА ІНШИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Сучасний стан та тенденції розвитку систем бізнес-аналітики (bi)

1.1.1. Визначення та еволюція концепції бізнес-аналітики

Бізнес-аналітика (BI) розглядається як комплекс технологій, процесів та методологій, спрямованих на збір, обробку, аналіз та інтерпретацію великих обсягів структурованих та неструктурованих даних з метою отримання практичних рекомендацій та підтримки процесу прийняття рішень на організаційному рівні. Станом на 2025 рік, BI еволюціонує від простих систем звітності та аналізу до комплексних аналітичних платформ, інтегрованих з технологіями штучного інтелекту та машинного навчання.

Історичний розвиток BI можна розділити на кілька етапів:

1. Етап 1 (1990-і рр.): Виникнення перших систем BI на основі сховищ даних (Data Warehouses) та OLAP (Online Analytical Processing). Основна функція полягала у накопиченні даних та їх багатовимірному аналізі.
2. Етап 2 (2000-і рр.): Розвиток комерційних BI-платформ (Cognos, Business Objects, Hyperion). Запровадження інтерактивних дашбордів та звітів, поширення концепції "Self-Service BI".
3. Етап 3 (2010-і рр.): Поява хмарних BI-рішень (Tableau, Power BI, QlikView), збільшення обсягу "Big Data" та запровадження методів розпаралелювання обчислень (Map/Reduce, Apache Spark).
4. Етап 4 (2020-2025 рр.): Інтеграція BI з технологіями штучного інтелекту, розвиток "Augmented Analytics" та "Automated Analytics", поширення реального часу аналізу даних та розповсюдження BI-функціоналу через мобільні додатки.