

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 2025 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі системи
та технології»
спеціальності 126«Інформаційні системи та технології»
на тему: «Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для
малого бізнесу»

Виконала:

студентка IV курсу, групи ІС-12

Гончар Анна Олександрівна _____

Керівник:

доцент кафедри ІСТ

Тимошин Юрій Афанасійович _____

Рецензент:

доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент

Лісовиченко Олег Іванович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2025 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛК

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студентці

Гончар Анні Олександрівні

1. Тема проєкту «Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для малого бізнесу», керівник проєкту Тимошин Юрій Афанасійович, доцент, затверджені наказом по університету від «23» травня 2025 р. № 1705-с
2. Термін подання студентом проєкту: 09.06.2025
3. Вихідні дані до проєкту: проєктована система повинна забезпечувати точність прогнозування не менше 85%, час формування рекомендацій – до 3 секунд, затримка завантаження інтерфейсу – не більше 500 мс. Система має бути розрахована на роботу мінімум до 10 користувачів одночасно. Система функціонує в умовах локального середовища. Методика реалізації включає машинне навчання з використанням бібліотек Scikit-learn, XGBoost та Prophet, обробку даних у Pandas та NumPy, реалізацію інтерфейсу в React, серверної логіки – у Flask.
4. Зміст пояснювальної записки:
 1. Аналіз предметної області та постановка задачі;
 2. Аналіз наявних рішень та обґрунтування доцільності розробки;
 3. Формування вимог до системи;

4. Обґрунтування вибору технологій розробки;
 5. Опис програмної реалізації;
 6. Математичне забезпечення;
 7. Робота користувача з веб-застосунком.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Діаграма прецедентів (А3), Схема бази даних (А3), Діаграма компонентів (А3), Діаграма послідовності (А3).
6. Дата видачі завдання: 03.03.2025

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вибір теми дипломного проєкту	03.03.2025	виконано
2	Аналіз предметної області	16.04.2025	виконано
3	Аналіз існуючих методів розв'язання задачі	20.04.2025	виконано
4	Дослідження технологій машинного навчання	25.04.2025	виконано
5	Формування вимог до системи	29.04.2025	виконано
6	Вибір архітектури та інструментів	03.05.2025	виконано
7	Початкове моделювання даних	16.05.2025	виконано
8	Розробка сервісної частини	23.05.2025	виконано
9	Розробка клієнтської частини	29.05.2025	виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	09.06.2025	виконано
11	Норм. Контроль		
12	Перевірка на плагіат		
13	Захист		

Студентка

Анна ГОНЧАР

Керівник

Юрій ТИМОШИН

АНОТАЦІЯ

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для малого бізнесу.

Проект містить 62 с. тексту, 11 рисунків, 22 таблиці, посилання на 18 літературних джерел та 4 конструкторських документи.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА, МАЛИЙ БІЗНЕС, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ, РІШЕННЯ, REACT, FLASK.

Об'єктом розробки є застосунок для підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу.

Метою проекту є створення інтелектуальної системи, що дозволяє аналізувати комерційні дані, будувати прогнози продажів та формувати оптимальні рекомендації на основі моделей машинного навчання.

У межах дипломного проекту реалізовано повнофункціональний застосунок із використанням Flask та React.js, що забезпечує користувача засобами завантаження даних, візуалізації результатів, класифікації товарів за прибутковістю та вибору асортименту методом TOPSIS. Застосунок інтегрує аналітичний функціонал із зручною клієнтською частиною, базою даних PostgreSQL та алгоритмами машинного навчання, що забезпечує гнучкість і практичну користь для малих підприємств.

Отримані результати можуть бути використані для прийняття ефективних рішень у бізнес-середовищі та як основа для подальшої розробки адаптивних систем підтримки управління.

SUMMARY

Intelligent decision support system in the field of small business.

The project contains 62 pages of text, 11 figures, 22 tables, references to 18 literary sources and 4 design documents.

INTELLIGENT SYSTEM, SMALL BUSINESS, MACHINE LEARNING, FORECASTING, SOLUTION, REACT, FLASK.

The object of development is a decision support system in the field of small business.

The purpose of the development is to create a system that allows you to analyze commercial data, build sales forecasts and generate optimal recommendations based on machine learning models.

The diploma project developed a system using Flask and React.js, which provides the user with the ability to download data, visualize results, classify products by profitability and select the optimal assortment of products using the TOPSIS method. The application integrates analytical functionality with a user-friendly client side, a PostgreSQL database, and machine learning algorithms, providing flexibility and practical relevance for small businesses.

The results obtained can be used for further development of adaptive management support systems.

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3			Знову розроблена			
4						
5	A4	IC12.110БАК.005 ПЗ	Інтелектуальна система підтримки	62		
6			прийняття рішень для малого			
7			бізнесу. Пояснювальна записка			
8						
9	A3	IC12.110БАК.005 Д1	Інтелектуальна система підтримки	1		
10			прийняття рішень для малого			
11			бізнесу. Діаграма прецедентів			
12						
13	A3	IC12.110БАК.005 Д2	Інтелектуальна система підтримки	1		
14			прийняття рішень для малого			
15			бізнесу. Діаграма компонентів			
16						
17	A3	IC12.110БАК.005 Д3	Інтелектуальна система підтримки	1		
18			прийняття рішень для малого			
19			бізнесу. Діаграма послідовності			
20						
21	A3	IC12.110БАК.005 Д4	Інтелектуальна система підтримки	1		
22			прийняття рішень для малого			
23			бізнесу. Схема бази даних			
24						
25						
26						
27						
28						

				IC12.110БАК.005ТП					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис						
Розробив	Гончар А.О.			Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для малого бізнесу.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Тимошин Ю.А.						Т		1
				Відомість дипломного проекту			КПІ ім. Ігоря Сікорського Група IC-12		
Затв.									

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Інтелектуальна система підтримки прийняття
рішень для малого бізнесу»**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	7
1.1 Опис процесу діяльності.....	7
1.2 Постановка задачі.....	7
1.2.1 Призначення системи.....	7
1.2.2 Цілі та задачі розробки.....	8
Висновки до розділу 1.....	9
2 АНАЛІЗ НАЯВНИХ РІШЕНЬ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ.....	10
2.1 Огляд сучасних програмних рішень.....	10
2.1.1 Microsoft Power BI.....	10
2.1.2 Zoho Analytics.....	10
2.1.3 Tableau.....	11
2.1.4 Looker Studio.....	11
2.2 Порівняльна характеристика.....	12
2.3 Обґрунтування доцільності та унікальності розробки.....	12
Висновки до розділу 2.....	13
3 ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ.....	14
3.1 Вимоги до системи в цілому.....	14
3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи.....	14
3.1.2 Вимоги до надійності та збереження інформації.....	15
3.2 Вимоги до функціональних характеристик.....	15
3.2.1 Варіанти використання (Use Cases).....	15
3.2.2 Загальна модель та перелік функціональних вимог.....	23
3.3 Вимоги до видів забезпечення.....	24
Висновки до розділу 3.....	25

				IC12.110BAK.005ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис				
Розробив	Гончар А.О.			Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для малого бізнесу.	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Тимошин Ю.А.				Т	2	62
				Пояснювальна записка			
Затв.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ІС-12			

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ	26
4.1 Мова програмування та серверна логіка	26
4.2 Технології машинного навчання	26
4.3 Візуалізація результатів	27
4.4 Робота з даними.....	27
4.5 Система управління базами даних	28
4.6 Клієнтська частина	28
4.7 Інструменти розгортання та середовище розробки	28
Висновки до розділу 4.....	29
5 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ	30
5.1 Архітектура програмного застосунку	30
5.1.1 Процес обробки даних у системі	31
5.1.2 Опис компонентів React	32
5.1.3 Опис ендпоінтів API.....	34
5.2 Структура бази даних.....	35
Висновки до розділу 5.....	37
6 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	38
6.1 Змістовна постановка задачі	38
6.2 Математична постановка задачі	38
6.3 Обґрунтування методу розв’язання.....	39
6.3.1 Сучасний стан розв’язання задачі	39
6.3.2 Порівняльна характеристика методів	40
6.3.3 Обґрунтування вибору методу.....	41
6.4 Опис методу розв’язання	41
6.4.1 Опис методу TOPSIS та його алгоритм.....	41
Висновки до розділу 6.....	48
7 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ВЕБЗАСТОСУНКОМ	49
Висновки до розділу 7.....	57
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТОК А.....	63

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СППР – система підтримки прийняття рішень;

API –Application Programming Interface, інтерфейс програмування застосунків;

CSV –Comma-Separated Values, формат текстових файлів, у якому дані розділено комами;

ML –Machine Learning, машинне навчання;

ORM –Object-Relational Mapping, об'єктно-реляційне відображення;

TOPSIS –Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, метод вибору альтернатив.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

У сучасному світі ефективність управління бізнесом залежить від швидкості та обґрунтованості прийняття рішень на основі великого обсягу даних. Через нестачу ресурсів для аналітичного супроводу, а також впливу оперативності рішень на успішне функціонування підприємства, в малому бізнесі дана проблема відчувається більш гостро.

Щороку інтерес до автоматизації бізнес-аналітики за допомогою інтелектуальних систем зростає. Одним з найбільш перспективних напрямків, який дозволяє аналізувати дані на основі історичного досвіду, формувати прогнози та рекомендації, є використання машинного навчання. Це відкриває більш широкі можливості для малих підприємств, які раніше не мали доступу до подібних інструментів через їхню високу вартість та складність реалізації.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР), засновані на машинному навчанні, дають можливість автоматизувати процеси аналізу продажів, ефективності витрат, клієнтської активності. Впровадження даних систем дозволяють керівникам підприємств приймати зважені рішення на основі реальних даних, що сприяє зниженню ризиків і підвищенню результативності.

На даний момент на ринку вже представлено програмні рішення, які частково можуть вирішувати описану проблему. Серед них - аналітичні платформи Power BI, Google Looker Studio, Zoho Analytics та інші. Але, через складну конфігурацію, обмежений функціонал в безкоштовних версіях та дорогі ліцензії, більшість даних програм орієнтовані на середній та великий бізнес. Малий бізнес потребує потужного інструменту для підтримки прийняття рішень, який водночас буде доступним та простим у використанні.

Метою даної роботи є створення прототипу інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття управлінських рішень у малому бізнесі на основі аналізу історичних даних і моделей машинного навчання. Такий підхід дозволить забезпечити гнучкість, масштабованість та адаптивність системи під конкретні потреби різних підприємств.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Система, яка буде розроблятися, зможе надавати користувачам інструменти для аналізу фінансових показників, прогнозування продажів, оцінки ефективності маркетингових дій. Користувачі матимуть доступ до дашборду з ключовими метриками, прогнозами та рекомендаціями, що зможуть оновлюватись в реальному часі.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання наступних задач:

- аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень;
- формування технічних вимог до системи;
- вибір алгоритмів машинного навчання та способів обробки даних;
- побудова архітектури веб-застосунку з розділенням клієнтської та серверної логіки;
- реалізація моделей аналізу даних та розробка веб-інтерфейсу;
- тестування ефективності створеної системи.

Об'єктом дослідження є процеси прийняття управлінських рішень у малому бізнесі з використанням інформаційних технологій.

Предметом дослідження є моделі та алгоритми машинного навчання для аналізу бізнес-даних та прогнозування, а також інформаційна система для підтримки прийняття рішень.

Практична значущість даної роботи полягає в розробці програмного продукту, який зможе бути адаптивним для малих підприємств різних галузей. Він дозволяє підвищити обґрунтованість прийнятих рішень, оптимізувати бізнес-процеси, зменшити витрати та збільшити прибутковість.

У перспективі система може бути інтегрована з CRM або фінансовими модулями підприємства для забезпечення глибшої аналітики. Це відкриває широкі можливості для подальшого розвитку проекту в напрямі персоналізованих рекомендацій та адаптації системи до змін у бізнес-середовищі.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Опис процесу діяльності

Малий бізнес є одним з найбільш важливих сегментів економіки, який можна охарактеризувати високим рівнем динаміки, обмеженістю фінансових ресурсів та потребою в швидкому прийнятті управлінських рішень. Процес управління охоплює великий спектр задач: аналіз продажів, управління ресурсами, контроль витрат, планування маркетингових заходів, а також взаємодія з клієнтами. Але, через обмеженість у ресурсах, малі підприємства часто мають покладатись на вузький набір інструментів для прийняття рішень та інтуїцію.

У поточних умовах здатність швидко обробляти великі обсяги інформації та прогнозувати можливі сценарії значно впливає на ефективність діяльності малого бізнесу. Саме через це СППР, які здатні забезпечити легке та адаптивне управління на основі отриманих даних, набувають все більшої актуальності.

Необхідно, щоб управлінські рішення в такій системі приймались з урахуванням різноманітних чинників: зміни на ринку, рівні продажів, поведінка клієнтів. Інтелектуальна СППР дозволяє автоматизувати збір та аналіз даних, їхню візуалізацію, генерувати рекомендації, які призведуть до підвищення ефективності управління.

Для наочного уявлення бізнес-процесів, які підлягають автоматизації, можуть бути використані діаграми активності та станів. На діаграмі активності буде відображено послідовність дій у процесі аналізу даних та прийняття рішень, а діаграма станів буде показувати, як змінюється стан певного об'єкта (наприклад замовлення, товару, клієнта) залежно від виконання дій.

1.2 Постановка задачі

1.2.1 Призначення системи

Система призначена для автоматизації управлінських процесів малого бізнесу шляхом обробки та аналізу ключових показників (дані про продажі,

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

витрати, клієнтську активність). Об'єктами автоматизації є:

- управління фінансовими показниками;
- прогнозування продажів;
- моніторинг ефективності маркетингових кампаній;
- виявлення аномалій у бізнес-даних;
- формування управлінських звітів та дашбордів.

Система має інтерфейс, доступний для користувачів, що дозволяє візуалізувати отримані дані та отримувати підказки в зручному форматі.

1.2.2 Цілі та задачі розробки

Метою розробки є спрощення та підвищення ефективності процесу прийняття рішень у малому бізнесі шляхом впровадження інтелектуальної системи аналізу даних на основі алгоритмів машинного навчання.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень у малому бізнесі;
- обґрунтувати вибір алгоритмів машинного навчання для прогнозування бізнес-показників;
- розробити архітектуру системи підтримки прийняття рішень;
- оптимізувати структуру бази даних для ефективного зберігання та обробки даних;
- реалізувати модулі обробки даних та аналітики за допомогою Python та відповідних бібліотек;
- розробити веб-інтерфейс, що забезпечує зручну взаємодію з системою та зрозумілу навігацію для користувача;
- провести тестування системи з використанням реальних або тестових даних;
- оцінити ефективність та точність роботи системи в умовах наближених до реального бізнес-середовища.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

Висновки до розділу 1

У даному розділі було здійснено аналіз предметної області та здійснено постановку задачі.

В першому пункті розділу «Опис процесу діяльності» - було розглянуто актуальність розробки інформаційної системи, особливості прийняття рішень в малому бізнесі, виявлено основні проблеми прийняття рішень без достатньої аналітичної підтримки.

В другому пункті розділу «Призначення системи» було визначено орієнтованість системи на автоматизацію процесу прийняття рішень у малому бізнесі.

В третьому пункті розділу «Цілі та задачі розробки» було сформульовано мету створення системи та поставлено конкретні для завдання для досягнення мети.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 АНАЛІЗ НАЯВНИХ РІШЕНЬ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ

На даний момент існує достатня кількість інструментів для бізнес-аналітики та інформаційних систем, що можуть підтримувати прийняття управлінських рішень. Але більшість з них призначені для середнього та великого бізнесу, мають складну архітектуру, потребують високовартісної ліцензії чи значних технічних знань для налаштування та використання.

2.1 Огляд сучасних програмних рішень

2.1.1 Microsoft Power BI

Power BI [1] – одна з найбільш популярних платформ для аналізу даних та візуалізації. Платформа забезпечує потужні інструменти для отримання початкових даних із сторонніх сервісів, а саме Excel, SQL Server, Google Analytics, Salesforce тощо. Має широкі можливості інтеграції з іншими сервісами Microsoft, що дозволяє ділитись сформованими звітами з командою та розміщувати їх в хмарному середовищі. Основними перевагами даного застосунку є автоматичне оновлення даних, вбудована мовна аналітика та можливість створення кастомізованих дашборів.

Не зважаючи на свою багатофункціональність, дана програма складна для початківців, а повнофункціональна версія є платною.

2.1.2 Zoho Analytics

Це хмарна платформа бізнес-аналітики [2], яка підтримує збирання, обробку та візуалізацію даних, побудову прогнозів та орієнтована на малий та середній бізнес. Сервіс дозволяє використовувати дані зі сторонніх джерел, таких як Google Sheets, Dropbox, здійснювати очищення та трансформацію даних. Система пропонує понад 100 шаблонів для візуалізації даних, а також підтримує командну

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

роботу над звітами.

Дана програма має простий інтерфейс та багато шаблонів, але функціонал для побудови прогнозів на основі машинного навчання є обмеженим, а інтеграція з локальними або кастомними CRM-системами ускладнена, що може створювати труднощі для компаній без ІТ-спеціалістів.

2.1.3 Tableau

Потужна програма для побудови аналітичних панелей [3], ключовою перевагою якої є висока якість візуалізації та інтерактивність. Система дозволяє виконувати живі підключення до баз даних, складні математичні обрахунки, будувати інтерактивні графіки та дашборди. Даний застосунок активно застосовується у великих компаніях для аналізу поточних даних, планування та оцінювання КРІ.

Попри велику кількість переваг, система має високу вартість – корпоративна ліцензія зазвичай може бути недоступною для малого бізнесу. Окрім цього програма розрахована на досвідчених аналітиків, інтерфейс передбачає наявність певної технічної підготовки.

2.1.4 Looker Studio

Це безкоштовна онлайн-платформа [4], яка дозволяє створювати інтерактивні звіти та дашборди. Застосунок дозволяє використовувати дані зі сторонніх сервісів, таких як Google Sheets, BigQuery, Google Ads, YouTube Analytics тощо. Головною перевагою даного сервісу є інтеграція з Google-сервісами. Також платформа дозволяє створювати різноманітні дашборди, встановлювати фільтри та параметри, графічно представляти дані в режимі реального часу.

Незважаючи на всі переваги, дана система не використовує складні моделі машинного навчання чи інтеграцію з зовнішніми платформами без додаткових

технічних знань.

2.2 Порівняльна характеристика

Для обґрунтування доцільності розробки власної СППР було проведено порівняльний аналіз існуючих програмних рішень за основними критеріями: простота використання, вартість, ML-аналітика та орієнтація на малий бізнес. У таблиці нижче наведено узагальнені результати проведеного порівняння найбільш популярних систем, які використовуються на ринку.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика сучасних рішень

Система	Простота використання	Вартість	ML-аналітика	Орієнтація на малий бізнес
Power BI	Середня	Платна	Обмежена	Частково
Zoho Analytics	Висока	Платна	Обмежена	Так
Tableau	Низька	Дуже висока	Слабка	Ні
Looker Studio	Висока	Безкоштовна	Відсутня	Частково

Аналіз наявних рішень показав, що жодна з цих систем не надає повноцінного рішення, яке могло б задовольнити підприємців малого бізнесу. Складність інтерфейсу та необхідність поглиблених технічних знань також ускладнюють доступність даних платформ.

2.3 Обґрунтування доцільності та унікальності розробки

На основі проведеного аналізу ринку програмних рішень можна чітко відслідкувати потребу у створення нової системи, яка зможе вирішувати одразу кілька завдань малого бізнесу. Унікальність запропонованої системи полягає в поєднанні наступних характеристик:

– адаптація під малий бізнес – система орієнтована на користувачів без додаткової технічної підготовки;

- мінімальні вимоги до ресурсів – легка веб-платформа з подальшою можливістю локального розгортання;
- простий інтерфейс – користувацький досвід, що орієнтований на підприємців;
- інтеграція алгоритмів машинного навчання – автоматичне створення прогнозів, виявлення закономірностей;
- відкрита архітектура – можливість масштабування та інтеграції з іншими системами.

Таким чином, доцільність розробки нової системи обумовлена відсутністю аналогів, які б запропонували оптимальне рішення та змогли б задовольнити всі основні критерії одночасно. Новостворена система може бути впроваджена як в комерційній, так і в освітній чи адміністративній сферах малого бізнесу.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі проведено аналіз сучасних платформ для бізнес-аналітики, проаналізовано їхні можливості за основними критеріями: вартість, зручність використання, рівень адаптації під потреби малого бізнесу та використання алгоритмів машинного. Проведений аналіз довів, що жодна з існуючих систем не поєднує одночасно всі характеристики для ефективного та доступного інструменту підтримки рішень у малому бізнесі.

Це дало змогу обґрунтувати доцільність розробки нової системи, яка враховуватиме потреби користувачів та специфіку предметної області.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

3 ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ

3.1 Вимоги до системи в цілому

Інформаційна система підтримки прийняття рішень для малого бізнесу має вигляд веб-застосунку, що дозволяє обробляти фінансові та операційні дані підприємства, створювати прогнози та надавати рекомендації за допомогою моделей машинного навчання. Основа функція системи – допомогти користувачу проаналізувати поточний стан справ та отримати рекомендації та прогнози для прийняття подальших управлінських рішень.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Система складається з таких підсистем:

- реєстрації та авторизації: відповідає за створення нового облікового запису користувача та перевірку введених даних. Дана підсистема реалізує механізм сесії, що дозволяє зберігати стан користувача між запитами;
- імпорту даних (CSV): забезпечує завантаження файлів із даними користувачем;
- попередньої обробки даних: включає обробку завантажених даних, виявлення пропусків та дублікатів, нормалізація значень;
- візуалізації;
- аналітики та машинного навчання: виконує обчислення за допомогою моделей ML, підтримується декілька різних напрямків аналізу;
- формування рекомендацій: автоматично створює висновки на основі проведеного аналізу;
- керування обліковим записом: дозволяє редагувати профіль із поточними даними користувача;
- експорту результатів (PDF, Excel).

Система повинна мати адаптивний та інтуїтивний інтерфейс, бути доступною через сучасні браузері та підтримувати локальне розгортання.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

3.1.2 Вимоги до надійності та збереження інформації

Розроблена система повинна забезпечувати стабільну продуктивну роботу та збереження даних користувача при нестандартних ситуаціях, у ситуаціях збою чи нестабільної роботи. Тому надійність системи повинна відповідати наступним вимогам:

- безперервність роботи 99% часу – досягається шляхом використання перевірених та надійних фреймворків, які є стійкими до збоїв;
- автоматичне збереження даних після внесення змін користувачем;
- в разі непередбачуваного завершення підтримка відновлення сесії – при повторному вході користувач зможе продовжити роботи з моменту зупинки.

Необхідно, щоб система могла забезпечити історію дій користувача та отриманих аналітичних результатів. Тому система має відповідати наступним вимогам до збереження інформації:

- дані зберігаються у реляційній базі даних;
- збереження завантажених файлів з унікальним ідентифікатором користувача: дозволить реалізувати багатокористувацький режим.
- збереження історії прогнозів та аналітики для повторного перегляду.

3.2 Вимоги до функціональних характеристик

3.2.1 Варіанти використання (Use Cases)

Функціональність системи підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу включає в себе широкий спектр взаємодій, які дають можливість забезпечити користувачу повний цикл роботи з даними. Система охоплює 15 основних сценаріїв взаємодії користувача з програмним забезпеченням. Загальна модель взаємодії користувача з функціональністю системи наведена у графічних матеріалах ІС12.110БАК.005 Д1.

В таблицях 3.1 - 3.15 наведені варіанти використання програмного забезпечення.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 3.1 – Варіант використання UC-1

Use Case Name	Реєстрація користувача
Use Case ID	UC-01
Goal	Створення облікового запису нового користувача
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає зареєструватись
Preconditions	Користувач знаходиться на відповідній сторінці
Flow of Events	Користувач знаходиться на сторінці реєстрації. В поля вводу користувач вводить необхідні дані. Після введення даних, користувач натискає кнопку реєстрації. Після цього користувач перенаправляється на сторінку особистого кабінету
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Створення нового користувача, перехід на сторінку особистого кабінету

Таблиця 3.2 – Варіант використання UC-2

Use Case Name	Авторизація користувача
Use Case ID	UC-02
Goal	Вхід до системи
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає авторизуватись
Preconditions	Користувач вже має обліковий запис
Flow of Events	Користувач знаходиться на сторінці авторизації. В поля вводу користувач вводить необхідні дані. Після введення даних, користувач натискає кнопку авторизації. Після цього користувач перенаправляється в кабінет.
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення

Postcondition	Авторизація користувача в системі, перехід на сторінку особистого кабінету
---------------	--

Таблиця 3.3 – Варіант використання UC-3

Use Case Name	Вихід користувача із системи
Use Case ID	UC-03
Goal	Завершення активної сесії користувача
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає вийти із системи
Preconditions	Користувач вже має обліковий запис та авторизований у системі
Flow of Events	Користувач знаходиться на сторінці особистого кабінету. Користувач натискає на кнопку виходу з системи. Після цього користувач перенаправляється на головну сторінку
Extension	-
Postcondition	Користувач завершив активну сесію, перехід на головну сторінку

Таблиця 3.4 – Варіант використання UC-4

Use Case Name	Завантаження CSV-файлу (Excel-файлу)
Use Case ID	UC-04
Goal	Імпорт вхідних бізнес-даних
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає імпортувати дані
Preconditions	Користувач авторизований у системі
Flow of Events	Користувач переходить на сторінку імпорту даних. Користувач обирає бажаний формат для завантаження даних та натискає на кнопку завантаження. Після натискання кнопки файл обробляється та зберігається

Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Дані успішно імпортовані

Таблиця 3.5 – Варіант використання UC-5

Use Case Name	Попередній перегляд завантажених даних
Use Case ID	UC-05
Goal	Перегляд імпортованих файлів
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає переглянути імпортовані дані
Preconditions	Користувач авторизований, виконано імпорт даних
Flow of Events	Після завантаження файлу в систему користувач переглядає таблицю з містом. Користувач переглядає відповідність полів та натискає кнопку підтвердження
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Дані підтверджено для подальшої обробки

Таблиця 3.6 – Варіант використання UC-6

Use Case Name	Очищення даних
Use Case ID	UC-06
Goal	Очистка імпортованих даних
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає очистити імпортовані дані
Preconditions	Користувач авторизований, файл з даними імпортовано та виконано попередній перегляд
Flow of Events	Користувач натискає на кнопку Очистити дані. Система автоматично видаляє дублікати, пропуски та помилки формату.
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Дані очищено та підготовлено для аналізу

Таблиця 3.7 – Варіант використання UC-7

Use Case Name	Побудова моделі прогнозування
Use Case ID	UC-07
Goal	Побудова прогнозу на основі імпортованих даних
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає отримати прогнозування
Preconditions	Дані очищено та підготовлено до аналізу
Flow of Events	Користувач обирає тип моделі. Натискає на кнопку побудувати модель. Система виконує обробку отриманих даних та генерує прогноз
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Прогноз успішно побудовано та виведено

Таблиця 3.8 – Варіант використання UC-8

Use Case Name	Візуалізація прогнозу
Use Case ID	UC-08
Goal	Побудова графіків та діаграм на основі складеного прогнозу
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає побачити графік чи діаграму складену на основі проаналізованих даних
Preconditions	Отримано результати прогнозу
Flow of Events	Користувач відкриває сторінку візуалізації. Система виводить графіки та діаграми на основі результатів
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Прогноз представлено у візуальній формі

Таблиця 3.9 – Варіант використання UC-9

Use Case Name	Перегляд історії прогнозів
---------------	----------------------------

Use Case ID	UC-09
Goal	Перегляд попередньо отриманих прогнозів
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає переглянути попередньо побудовані прогнози
Preconditions	Є виконані прогнози
Flow of Events	Користувач переходить на сторінку історії прогнозів. Вибирає певний проноз для перегляду
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Проноз успішно переглянуто

Таблиця 3.10 – Варіант використання UC-10

Use Case Name	Формування рекомендацій
Use Case ID	UC-10
Goal	Формування рекомендацій на основі попередньо побудованих прогнозів
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає отримати рекомендації
Preconditions	Є виконані прогнози
Flow of Events	Користувач натискає Отримати рекомендації. Система аналізує наявні дані та виводить поради
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Користувач отримує аналітичні рекомендації

Таблиця 3.11 – Варіант використання UC-11

Use Case Name	Пошук серед історії прогнозів
Use Case ID	UC-11
Goal	Виконання пошуку серед історії прогнозів
Actors	Користувач

Trigger	Користувач переходить в режим пошуку на сторінці історії прогнозів
Preconditions	Історія прогнозів містить записи
Flow of Events	Користувач переходить в режим пошуку, вводить ключові слова або дату. Система знаходить відповідні прогнози
Extension	І разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Користувач отримує результати пошуку

Таблиця 3.12 – Варіант використання UC-12

Use Case Name	Видалення старого прогнозу
Use Case ID	UC-12
Goal	Видалення попередньо побудованого прогнозу
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає видалити вже існуючі прогнози
Preconditions	Історія прогнозів містить записи
Flow of Events	Користувач обирає прогноз зі списку в історії прогнозів та натискає кнопку видалити. Система видалає запис прогнозу
Extension	-
Postcondition	Прогноз видалено з історії

Таблиця 3.13 – Варіант використання UC-13

Use Case Name	Керування обліковим записом
Use Case ID	UC-13
Goal	Змінення попередньо внесених даних в обліковий запис
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає змінити поточні дані в особистому кабінеті

Preconditions	Користувач авторизований
Flow of Events	Користувач знаходиться на сторінці особистого кабінету. Змінює особисті дані та натискає кнопку зберегти. Систем оновлює дані
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Особисті дані користувача оновлено

Таблиця 3.14 – Варіант використання UC-14

Use Case Name	Перегляд навчальних матеріалів
Use Case ID	UC-14
Goal	Перегляд навчальних матеріалів, порад
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає ознайомитись з наявними навчальними матеріалами
Preconditions	Користувач авторизований у системі
Flow of Events	Користувач переходить на сторінку Довідка. Користувач переглядає доступні навчальні матеріали, поради та інструкції
Extension	-
Postcondition	Користувач отримує інформаційну підтримку

Таблиця 3.15 – Варіант використання UC-15

Use Case Name	Завантаження результатів у форматі PDF/Excel
Use Case ID	UC-15
Goal	Завантаження отриманих результатів
Actors	Користувач
Trigger	Користувач бажає завантажити результати прогнозів
Preconditions	Є результати прогнозування

Flow of Events	Користувач натискає кнопку Експортувати, обирає бажаний формат для завантаження даних. Система генерує файл та пропонує його для збереження
Extension	У разі помилки – виведення відповідного повідомлення
Postcondition	Користувач отримує звіт у вибраному форматі

3.2.2 Загальна модель та перелік функціональних вимог

Створене програмне забезпечення розбито на окремі модулі, які виконують певні функції. У таблиці 3.16 представлено модель вимог із пріоритетами та ризиками.

Таблиця 3.16 – Модель функціональних вимог

№	Назва функції	ID	Пріоритет	Ризик реалізації
1	Реєстрація користувача	REQ-1	Високий	Середній
2	Авторизація користувача	REQ-2	Високий	Низький
3	Завантаження даних	REQ-3	Високий	Високий
4	Побудова прогнозу	REQ-4	Високий	Високий
5	Формування рекомендацій	REQ-5	Середній	Середній
6	Візуалізація	REQ-6	Середній	Низький
7	Вихід із системи	REQ-7	Низький	Низький

Функціональні вимоги до системи описують основні дії, які необхідно виконувати системі відповідно до сценаріїв взаємодії користувача із розробленою програмою. Вони формують основу логіки роботи розробленої системи та охоплюють весь життєвий цикл – від реєстрації нового користувача, роботи із даними, аналізу даних та отримання рекомендацій і прогнозів до завершення активної сесії.

У таблиці 3.17 представлено перелік функціональних вимог, які реалізовані у системі, із зазначенням унікального ідентифікатора вимоги та короткого опису до кожної з них.

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17 – Перелік функціональних вимог

ID	Назва та опис вимоги
FR-1	Реєстрація користувача: введення імені, пошти, паролю, підтвердження – створення облікового запису
FR-2	Авторизація користувача: введення логіну та пароля для авторизації у системі
FR-3	Завантаження даних: імпорт PDF або Excel-файлів
FR-4	Обробка та аналіз даних: застосування моделей машинного навчання для аналізу та створення прогнозу
FR-5	Візуалізація результатів: створення графіків, таблиць та діаграм
FR-6	Формування рекомендацій: система генерує поради на основі отриманих результатів у прогнозі
FR-7	Вихід користувача: завершення активної сесії користувача
FR-8	Перегляд історії прогнозів: доступ та попередньо згенерованих прогнозів
FR-9	Редагування профілю: зміна імені, пошти, паролю

Архітектурну взаємодію основних модулів програмного забезпечення наведено у графічних матеріалах IC12.190БАК.005 Д2.

3.3 Вимоги до видів забезпечення

Розробка та стабільне функціонування системи підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу вимагає комплексного підходу до її забезпечення. Система складається з чотирьох основних компонентів: математичне, інформаційне, програмне та технічне забезпечення.

Математичне забезпечення:

- лінійна регресія, дерева рішень;
- кластеризація;
- масштабування, нормалізація, заповнення пропусків.

Інформаційне забезпечення:

- PostgreSQL;
- користувачі, файли, моделі, результати;
- ORM для взаємодії з базою даних;
- пошук та фільтрація по ключових полях.

Програмне забезпечення:

- Python, Flask, Scikit-learn;
- React.js;
- Pandas, Docker;
- Git, VS Code.

Технічне забезпечення:

- клієнт: пристрій з браузером;
- сервер VPS або локальний (2 CPU, 4GB RAM, SSD);
- підтримка HTTPS, адаптивна верстка.

Висновки до розділу 3

У цьому розділі було детально сформульовано вимоги до інформаційної системи підтримки прийняття рішень для малого бізнесу. Було визначено загальні вимоги, вимоги до надійності, функціонування системи, розглянуто сценарії використання.

Для кожної визначеної функції було детально описано варіанти використання у форматі таблиць, що дозволило детально описати логіку роботи системи.

Для правильної реалізації системи було розглянуто вимоги до математичного, інформаційного, програмного та технічного забезпечення.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ

Програмні засоби, які використано під час розробки системи, включають мови програмування, фреймворки, бібліотеки, інструменти машинного навчання, системи керування базами даних та технології, які застосовуються для реалізації клієнтського інтерфейсу.

4.1 Мова програмування та серверна логіка

Основною мовою програмування для розробки було обрано Python. В першу чергу, це зумовлено її простотою синтаксису, наявністю великої кількості різноманітних бібліотек для роботи з машинним навчанням та обробки даних. Дана мова дає можливість ефективно реалізовувати складні алгоритми. Для реалізації серверної частини було обрано мікрофреймворк Flask [5], який легко інтегрується з інструментами для роботи з даними. Його архітектура дозволить налаштувати REST-інтерфейси для обробки запитів, взаємодії з модулями машинного навчання та базою даних. Також важливою перевагою даного фреймворку є його гнучкість та масштабованість, що дозволить поступово розширювати систему без необхідності кардинально змінювати код. Такий вибір забезпечує швидке розгортання серверної частини та мінімальні ресурсні витрати.

4.2 Технології машинного навчання

Для створення моделей прогнозів обрано використовувати бібліотеку Scikit-learn [6], яка включає в себе найбільш поширені алгоритми машинного навчання. Простий інтерфейс даної бібліотеки дозволяє швидко працювати з моделями, навчати їх, виконувати валідацію та оцінку якості. Для досягнення максимальної точності при обмеженій кількості початкових даних, також додатково було обрано бібліотеку XGBoost [7]. Окрім цього, для рішення задачі прогнозування обсягу продажів на декілька днів вперед на основі попередніх даних обрано бібліотеку

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

Prophet, яка дозволить легко створити модель часових рядів із підтримкою тренду чи сезонності [8]. Для попередньої обробки даних перед навчанням моделей застосовуються методи нормалізації для підвищення точності та стабільності навчання.

4.3 Візуалізація результатів

Для візуального представлення отриманих результатів прогнозів було обрано бібліотеки Matplotlib. Дана бібліотека дає можливість будувати діаграми та графіки різної складності додаючи стилі, кольори та відповідні підписи. Для веб-застосунку вирішено використовувати Chart.js, що дозволяє працювати з інтерактивним представленням даних [9]. Це дасть можливість побачити на сторінці динамічне поєднання історичних та прогнозованих даних у вигляді графіку та швидко оцінити тенденцію.

Для зручності ознайомлення з отриманими результатами прийнято рішення додати модулі генерації документів, таких як PDF та Excel, які дозволяють переглядати згенеровані рекомендації та поради у комфортному для користувача форматі. Зокрема, дана функція знадобиться при необхідності демонстрації результатів чи надання звітів стороннім користувачам, які не мають доступу до вебзастосунку.

4.4 Робота з даними

Для обробки вхідних даних обрано бібліотеки Pandas та NumPy. Використання цих бібліотек разом дозволить забезпечити повний цикл роботи з даними: Pandas [10] забезпечить можливості для читання, фільтрації, трансформації до необхідного формату, обчислення та аналізу даних, а NumPy забезпечить просту роботу з багатовимірними масивами та виконання математичних операцій, а також побудову нормалізованих матриць при виконанні методу TOPSIS.

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Система управління базами даних

Як основну СУБД для зберігання всієї необхідної інформації було обрано PostgreSQL. Це реляційна база даних, яка легко підтримує складні запити та дозволяє швидко масштабувати систему в разі зростання обсягів даних [11]. Крім того, вона підтримує розширення, які можуть бути корисними у випадку додавання просторової аналітики до майбутніх функцій системи. Для полегшення взаємодії було обрано ORM SQLAlchemy [12], що дозволить нам працювати з даними на рівні об'єктів. Це дасть змогу уникнути ручного написання SQL-запитів та працювати безпосередньо з об'єктами, які пов'язані зі створеними таблицями.

4.6 Клієнтська частина

Для розробки інтерфейсу користувача було обрано сучасну бібліотеку React.js, яка дозволить створити динамічний та адаптивний веб-застосунок [13]. Дана бібліотека може забезпечити зручне оновлення даних в реальному часі, а також високу продуктивність роботи. Інструмент дає можливість створити SPA-застосунок, де кожна дія користувача відбувається без повного перезавантаження поточної сторінки. Ця бібліотека найкраще підійде для реалізації інтерактивної взаємодії з результатами прогнозування, наприклад виведення графіків, а також дозволить побудувати інтерфейс модульно, з чітким розділенням на окремі сторінки.

4.7 Інструменти розгортання та середовище розробки

Для забезпечення можливості запуску всіх компонентів системи в ізольованому середовищі було обрано Docker [14]. Це забезпечить системі стабільність при розгортанні на різних серверах. Для збереження історії змін та керування процесом розробки використано систему контролю версій Git [15]. Вся система розробляється в середовищі Visual Studio Code, яка забезпечує зручну

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

роботу з Docker і Git.

Висновки до розділу 4

У цьому розділі було здійснено ретельний вибір інструментів, середовищ та бібліотек, які є найбільш доцільними та зручними для виконання поставленого завдання створення системи підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу.

Для реалізації серверної частини було обрано мову Python та фреймворк Flask, що забезпечать легку інтеграцію з іншими модулями. Для розробки клієнтської частини обрано React.js, який дасть змогу створити зручний та зрозумілий інтерфейс. Зручну роботу з даними забезпечать Pandas, NumPy та Prophet, за задачі класифікації та рекомендацій відповідають Scikit-learn та XGBoost. Обрані технології повністю відповідають поставленим функціональним та технічним вимогам, а також забезпечують надійність та гнучкість системи.

Усі програмні засоби підібрані таким чином, щоб забезпечити системі високий рівень масштабованості архітектури, що дозволить адаптувати систему під зростаючі потреби бізнесу в майбутньому.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

5 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

5.1 Архітектура програмного застосунку

Розроблений програмний застосунок для підтримки прийняття рішень у малому бізнесі було побудовано за принципом клієнт-серверної архітектури та складається з кількох ключових компонентів: серверної частини, клієнтської частини, бази даних та допоміжних модулів обробки даних. Завдяки такій структурі вдалось забезпечити масштабованість, зручність у використанні та розподілити відповідальність між компонентами.

Серверну частину застосунку реалізовано за допомогою фреймворку Flask, який забезпечує взаємодію з базою даних, керування користувачами, збереження історії попередньо створених прогнозів та запуск аналітичних моделей машинного навчання.

Основні функції, які виконує серверна частина:

- робота з файлами – прийом та обробка CSV-файлів для завантаження даних, валідація та очищення;
- машинне навчання – класифікація прибутковості товарів, аналіз асортименту методом TOPSIS, прогнозування продажів;
- обробка запитів REST API – прийом запитів від клієнтської частини;
- збереження даних – взаємодія з базою даних;
- формування звітів – генерація результатів у форматах PDF та Excel для завантаження.

Послідовність дій системи при виконанні ключових операцій наведено у графічних матеріалах IC12.190БАК.005 ДЗ.

Клієнтську частину застосунку було реалізовано з використанням React.js, що забезпечило динамічний та адаптивний інтерфейс. Інтерфейс було оптимізовано з урахуванням простоти та доступності.

Основні функції, які виконує клієнтська частина:

- реєстрація та авторизація;
- редагування профілю користувача;

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- завантаження файлів з даними;
- візуалізація отриманих результатів та прогнозів у вигляді таблиць та графіків;
- перегляд історії прогнозів;
- експорт результатів;
- перегляд довідкової інформації.

Інтерфейс було побудовано за допомогою бібліотеки Tailwind CSS, яка дозволила забезпечити мінімалістичний вигляд застосунку. Використано модульну структуру сторінок: вхід, реєстрація, завантаження, історія тощо.

Для зберігання інформації було використано реляційну базу даних PostgreSQL, яка забезпечила надійне та ефективне управління даними.

Основні функції, які виконує база даних:

- зберігання інформації про користувачів;
- зберігання історії прогнозів та рекомендацій;
- ідентифікація дій користувача.

Вся система побудована на принципах обміну даними через REST API: клієнтська частина надсилає запити до серверної частини, відбувається обробка, аналіз, збереження та повернення результатів. Після цього клієнтська частина відображає отриману інформацію в зручному для користувача вигляді.

Представлена архітектура забезпечує гнучкість та адаптивність системи, що дозволить підлаштовуватись під потреби різних сфер малого бізнесу.

5.1.1 Процес обробки даних у системі

У розробленому застосунку процес обробки даних реалізовано наскрізним циклом, який запускається на початковому етапі імпорту даних користувача та завершується формуванням прогнозів та рекомендацій на основі отриманих результатів.

На першому етапі користувачу потрібно завантажити CSV файл із власними даними. Для цього створену зручну форму, яка передбачає перевірку правильності

формату. Після завантаження даних, в залежності від обраного аналізу, присутня можливість запустити етап попередньої обробки та перегляду імпортованих даних. Система автоматично виконає усунення дублікатів та порожніх записів. Цей етап дозволяє уникнути помилок під час виконання подальшого аналізу.

Після цього отримані дані передається до аналітичного модулю. В залежності від обраного типу аналізу, виконується прогнозування, класифікація або багатокритеріальний аналіз, які було реалізовано за допомогою бібліотек машинного навчання. Для прогнозування продажів на 7 днів використовується модель Prophet [16], яка дозволяє сформулювати передбачення на основі історичних даних. Якщо користувач бажає оцінити прибутковість наявних товарів, то застосовується класифікаційна модель. Для вибору оптимального асортименту товарів впроваджено метод TOPSIS.

Усі отримані результати проведеного аналізу зберігаються в базі даних. Збереження забезпечує фіксацію типу аналітичної задачі, дати проведення аналізу, отриманих висновків, результатів та рекомендацій. Це дозволяє користувачу ознайомитись із згенерованими прогнозами на сторінці історії.

Через побудовану клієнтську частину користувач отримує доступ до результатів проведеного аналізу. Інтерфейс забезпечує графічне відображення рекомендацій та прогнозів у вигляді таблиць та графіків. Завдяки цьому користувач може легко ознайомитись та оцінити поточний стан, а також прийняти управлінське рішення на основі отриманих результатів. Обмін даними між клієнтською та серверною частинами забезпечено обробкою через REST API.

Загалом, весь цикл - від завантаження даних до отримання рекомендацій – реалізовано так, щоб користувач міг швидко отримати необхідні прогнози, не маючи при цьому глибоких знань у сфері машинного навчання.

5.1.2 Опис компонентів React

Клієнтська частина реалізована з використанням React та складається з компонентів, кожен з яких відповідає за окрему частину функціональності системи.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Створена архітектура дозволяє розділити інтерфейс на частини, що забезпечує зручну та зрозумілу навігацію.

UploadPage – основна частина розробленого застосунку, яка дозволяє користувачу завантажувати файли з даними для проведення аналізу. В цьому модулі реалізовано попередній перегляд вмісту завантажуваних файлів, запуск модулів машинного навчання, та відображення попередніх результатів проведеної аналітики у текстовому або табличному форматі [17].

ResultPage відповідає за стислий перегляд результатів попередньої аналітики для конкретного користувача. Компонент виконує запит для отримання списку прогнозів за id користувача, відображає їх у вигляді невеликих карток із датою проведеного аналізу, типом аналізу, назвою файлу, який завантажував користувач та текстовою рекомендацією.

ProfilePage – компонент, який виводить сторінку користувача, надає можливість переглядати поточні особисті дані та редагувати їх. Передбачено можливість зміни ім'я, пошти та паролю. Усі виконані зміни зберігаються після підтвердження та автоматично додаються у базу даних без оновлення сторінки

LoginPage та RegisterPage реалізують механізми авторизації та реєстрації користувача відповідно. Обидва розроблені компоненти забезпечують перенаправлення до основного функціоналу після успішного входу. Для обох сторінок передбачено валідацію введених даних для запобігання помилок та конфліктів.

HelpPage – компонент, який виводить статичний вміст, відображає текстові рекомендації, інструкції та підказки. У ньому пояснюються основні кроки завантаження даних, проведення аналізу та отримання прогнозів і рекомендацій.

HistoryPage – компонент, який реалізує можливість перегляду історії усіх проведених аналізів. Виводить отримані дані в табличному форматі. Додано можливість видалення результатів певного аналізу, їх завантаження в PDF та Excel форматах. Додано поле для виконання пошуку по проведених аналізах за ім'ям чи рекомендацією.

Усі компоненти поєднані між собою за допомогою маршрутизації, що дає

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

можливість організувати зручну навігацію. Реалізація компонування та візуалізації забезпечує масштабованість та комфорт при роботі з великими обсягами даних.

5.1.3 Опис ендпоінтів API

У серверній частині розробленого застосунку реалізовано набір ендпоінтів, які забезпечують взаємодію клієнтської частини, бази даних та модулів аналітики. Авторизація та реєстрація користувачів відбувається через POST-запити до /register та /login. Під час реєстрація користувач надсилає ім'я, пошту та пароль, після чого пароль хешується та записується до бази даних. Аутентифікація користувача здійснюється через перевірку пошти та паролю, після чого користувач може отримати доступ до особистого кабінету.

Завантаження файлів реалізовано через POST-запити до /upload. Файл передається разом із ідентифікатором користувача. Після збереження інформація про файл фіксується в таблиці Dataset із зазначенням часу завантаження.

Основна аналітика відбувається за допомогою декількох ендпоінтів. Прогнозування продажів на декілька днів вперед реалізовано на базі моделі Prophet через запит до /real_forecast/<dataset_id>, де дані групуються по категоріях. створюється прогноз продажів на 7 днів та формується рекомендація. Також використовується другорядний ендпоінт /combined_forecast/<dataset_id>, який дозволяє об'єднати історичні та прогнозовані дані для побудови графіку.

Для реалізації методу TOPSIS передбачено ендпоінт /topsis, який дозволяє обробити завантажений файл, а потім викликає алгоритм багатокритеріального вибору. Результат аналізу повертається користувачу у вигляді тестових рекомендацій.

Також створено ендпоінт для класифікації товарів за прибутковістю /classify. Після завантаження файлу з параметрами товарів, запускається модель машинного навчання, яка визначає ступінь прибутковості товару. Результати отриманого аналізу зберігаються в базі даних та можуть бути переглянуті в історії проведених аналізів чи завантажені.

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Користувач може надіслати запит, щоб переглянути результати проведених аналізів, до /result або /history. У випадку першого ендпоінту повертається список усіх файлів, які було завантажено для аналізу, та відповідних прогнозів і рекомендацій. У випадку другого – формується єдина таблиця з усіма видами аналітичних перевірок.

Для кожного проведеного аналізу доступна можливість видалення через запит до /history/<dataset_id>. Операція видаляє файл та усі пов'язані з ним отримані результати.

Щоб змінити дані у профілі користувачі, клієнт надсилає запит до /profile/<user_id> разом з новими даними. За цією ж адресою запиту можна отримати поточні дані користувача.

Для комфортної роботи з прогнозами реалізована можливість експорту отриманих рекомендацій. Запит до /export/<dataset_id>?format=pdf або ...excel в залежності від типу даних повертає результат у вибраному форматі. Якщо проводився аналіз з прогнозом продажів на наступні 7 днів, то користувач може завантажити сформовану повну таблицю з датами, категоріями товарів, прогнозованими обсягами та рекомендаціями як у PDF так і Excel форматі. У випадку проведення аналізу прибутковості товару, користувач також виконати експорт в обох доступних форматах. Якщо виконувався аналіз методом TOPSIS, то користувач може експортувати лише текстові рекомендації у PDF.

Загалом система містить розділену структури ендпоінтів, кожен з яких відповідає окремому сценарію для користувача. Усі дії супроводжуються перевіркою наявності користувача, набору даних та обробкою можливих помилок.

5.2 Структура бази даних

У розробленому проєкті використовується реляційна база даних, всі таблиці реалізовані з використанням SQLAlchemy ORM у межах серверної частини застосунку.

Таблиця users містить id користувача, ім'я, пошту та пароль. Це центральна

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

точка реєстрації та авторизації користувачів, а також зв'язний компонент з іншими таблицями, зокрема datasets і logs, і через них з усіма іншими пов'язаними об'єктами.

Таблиця datasets забезпечує зберігання файлів, які були завантажені для аналізу, містить назву файлу, дату завантаження та посилання на користувача. Кожен елемент цієї таблиці має відношення виключно до одного користувача, але може мати кілька пов'язаних результатів та прогнозів.

Таблиця predictions містить результати аналізу для кожного з датасетів. Кожен запис має дату створення, короткий опис отриманого результату та зв'язок з таблицею recommendations, в якій зберігаються рекомендації та прогнози.

Таблиця recommendations відповідає за збереження сформованих рекомендацій, які були створені після написання прогнозу. Вона пов'язана із таблицею predictions, що дає змогу відстежити зв'язок між прогнозом та порадою.

Таблиця logs забезпечує контроль дій користувача. В даній таблиці зберігаються id користувача, текст дії та час виконання. Це дає можливість аналізувати поведінку користувачів та фіксувати запити.

Таблиця sales_predictions зберігає дані про результати прогнозування обсягів продажів. Кожен запис містить дату прогнозу, назву категорії товарів, дату створення, очікуваний обсяг продажів та пов'язаний з конкретним датасетом.

Таблиця sales_recommendation зберігає текстові рекомендації, які формуються після проведення прогнозування обсягів продажів. Кожен запис містить інформацію про відповідну категорію товарів та текст поради, а також пов'язаний із датасетом, на основі якого він був створений.

Таблиця topsis_result зберігає результати аналізу методом TOPSIS. Для кожного датасету фіксується текстова рекомендація, отримана на основі проведеного аналізу.

Таблиця classification_result забезпечує збереження результатів класифікації товарів за прибутковістю. В ній містяться назва товару, дата створення результату, можлива наявність бінарної ознаки вигідності, а також посилання на датасет. Така структура дозволяє використовувати модель класифікації для кожного товару

окремо.

Структурну організацію збереження інформації в системі наведено у графічних матеріалах ІС12.190БАК.005 Д4.

Загалом структура бази даних побудована навколо принципу розширюваності. Кожна нова таблиця зв'язується з датасетом, який є головною одиницею для аналізу. Зовнішні зв'язки використовуються для збереження цілісності, а всі об'єкти тісно пов'язані із користувачем, який виступив ініціатором або створив відповідні обчислення. Такий підхід дає можливість зберігати попередні дані, формувати звіти для кожного користувача індивідуально та підтримувати індивідуальну аналітику.

Висновки до розділу 5

В даному розділі було детально описано реалізацію застосунку, призначеного для підтримки прийняття рішень для малого бізнесу. Розглянуто як серверну, так і клієнтську частини системи, механізми взаємодії між компонентами, представлено структуру бази даних, яка забезпечує зберігання інформації.

Клієнтська частина розроблена з використанням React, забезпечує зрозумілий інтерфейс для користувачів, дозволяє завантажувати файли для аналізу, переглядати отримані результати та рекомендації, працювати з історією попередніх прогнозів. Серверна частина розроблена на основі Flask, виконує функції, пов'язані з реєстрацією та авторизацією користувачів, обробкою файлів, запуском алгоритмів для аналізу даних, формуванням результатів прогнозування.

Також окрему увагу приділено опису структури бази даних, яка містить таблиці для користувачів, датасетів, прогнозів та рекомендацій, а також зберігає результати проведених аналізів.

Загалом реалізований застосунок є системою із зручним інтерфейсом, надійною серверною частиною та структурованою системою зберігання даних що забезпечує масштабованість та практичну цінність розробленого продукту.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Змістовна постановка задачі

У рамках діяльності малого підприємства необхідно сформувати оптимальний набір товарів із загального списку доступних позицій. Мета полягає в досягненні максимального очікуваного прибутку за умови обмеженого бюджету, наявної площі зберігання, прогнозованого попиту, а також врахування ринкових і внутрішніх пріоритетів.

Асортиментна матриця має формуватись з урахуванням таких факторів:

- обмежений бюджет на закупівлю або виробництво товарів;
- обмежена кількість місця на складі або у торговому приміщенні;
- прогнозований попит на товари (наприклад, за результатами машинного навчання);
- прибутковість або рентабельність кожного товару;
- стратегічні або маркетингові пріоритети (наприклад, наявність флагманських або акційних товарів);
- бажане покриття певних товарних категорій.

Завдання ускладнюється необхідністю приймати рішення не лише за одним критерієм (наприклад, прибутком), а за комбінацією критеріїв. У зв'язку з цим, задача набуває вигляду багатокритеріального вибору, де кожен товар — це альтернатива, яку потрібно оцінити та впорядкувати за ступенем відповідності ідеальному варіанту.

У межах інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для малого бізнесу ця задача є ключовим модулем, що взаємодіє з модулями прогнозування попиту, управління запасами та планування закупівель.

6.2 Математична постановка задачі

Нехай маємо множину товарів: $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$. Приклад множини наведено у таблиці 6.1

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Приклад множини товарів

Товар	Прибуток	Вартість	Попит	Площа
1	90	120	50	1.2
2	180	200	70	2.0
3	60	80	40	0.8
4	30	50	30	0.6
5	110	150	60	1.5

Кожен товар t_i характеризується наступними критеріями:

p_i – очікуваний прибуток;

c_i – вартість закупівлі;

d_i – прогнозований попит;

s_i – площа зберігання.

Потрібно здійснити ранжування альтернативна основі їх оцінок за критеріями та знайти ті товари, які мають найкраще співвідношення характеристик.

Для цього використовується метод TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), що ґрунтується на обчисленні відстаней кожної альтернативи до умовного ідеального та антиідеального рішень. Оптимальними вважаються ті товари, які є найближчими до ідеалу й водночас найвіддаленішими від антиідеалу.

6.3 Обґрунтування методу розв'язання

6.3.1 Сучасний стан розв'язання задачі

Задача формування оптимального асортименту товарів з урахуванням кількох критеріїв є актуальною як у сфері малого бізнесу, так і у великих роздрібних мережах. Зазвичай вона вирішується шляхом оптимізації або багатоцільового вибору.

У сучасній практиці для її розв'язання застосовуються декілька видів методів.

Методи математичного програмування (лінійне, цілочисельне, цілочисельне з множинними обмеженнями).

Основні переваги та недоліки даних методів:

- забезпечують точний результат;
- вимагають великої кількості ресурсів при збільшенні розмірності задачі;
- погано масштабуються в умовах невизначеності та швидкої зміни вхідних параметрів.

Методи штучного інтелекту та еволюційні алгоритми (GA, PSO, ACO).

Основні переваги та недоліки даних методів:

- гнучкість, можливість врахування складних обмежень;
- відсутність інтерпретованості, складність пояснення результатів користувачам.

Методи багатокритеріального аналізу (АНР, ELECTRE, TOPSIS).

Основні переваги даних методів:

- поширені в управлінських і бізнес-застосуваннях;
- працюють на основі оцінки варіантів за критеріями з різною важливістю;

6.3.2 Порівняльна характеристика методів

Порівняльна характеристика методів наведена у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Порівняльна характеристика методів

Метод	Тип задачі	Переваги	Недоліки
Цілочисельне програмування	Точна оптимізація	Гарантований глобальний розв'язок	Висока складність при великій кількості змінних
Генетичний алгоритм	Евристична оптимізація	Гнучкість, ефективність	Результати можуть бути нестабільними, складні для пояснення
АНР	Парне порівняння	Проста логіка	Не масштабується на десятки альтернатив

Метод	Тип задачі	Переваги	Недоліки
ELECTRE	Перевищення	Чітка логіка прийняття рішення	Складність математичної реалізації
TOPSIS	Багатокритеріальний вибір	Простий, прозорий, гнучкий, швидкий	Потребує нормалізації та вибору ваг

6.3.3 Обґрунтування вибору методу

Оскільки задача формування асортименту вимагає аналізу багатьох товарів з оцінкою за кількома кількісними критеріями та з урахуванням ваг кожного критерію, найбільш доцільним методом є TOPSIS[18].

TOPSIS має такі переваги:

- підтримує кількісні критерії різної спрямованості (макс/мін);
- забезпечує ранжування альтернатив за ступенем наближення до ідеалу;
- може легко інтегруватись у інформаційну систему прийняття рішень;
- результати зрозумілі навіть для користувачів без математичної освіти.

Таким чином, TOPSIS є не лише математично обґрунтованим, а й практично ефективним методом для формування асортименту малого підприємства в умовах обмежень і невизначеності.

6.4 Опис методу розв'язання

6.4.1 Опис методу TOPSIS та його алгоритм

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – це метод багатокритеріального вибору, який базується на ідеї вибору альтернативи, найближчої до умовно ідеального рішення та найдалшої від антиідеального.

Метод передбачає:

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

- побудову матриці альтернатив за кількома критеріями;
- нормалізацію та зважування критеріїв;
- обчислення ідеального (кращого) та антиідеального (найгіршого) рішень;
- визначення відстаней від кожної альтернативи до цих двох опорних точок;
- розрахунок індексу близькості до ідеального рішення.

TOPSIS дозволяє враховувати як критерії, що потрібно максимізувати (наприклад, прибуток), так і ті, що потрібно мінімізувати (наприклад, витрати або площу). Метод дає змогу отримати кількісну оцінку якості кожної альтернативи та впорядкувати їх за ступенем пріоритетності.

Метод TOPSIS складається з шести кроків.

Першим кроком є формування матриці рішень. Побудова таблиці, де кожен рядок – товар, а стовпці – значення критеріїв (прибуток, вартість, попит, площа).

Другим кроком є нормалізація матриці. Для кожного критерію обчислюється нормалізоване значення за формулою 6.1:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}, \quad (6.1)$$

де:

- r_{ij} – нормалізоване значення критерію j для альтернативи i ;
- x_{ij} – початкове значення критерію j для альтернативи i ;
- n – кількість альтернатив.

Третім кроком є застосування ваг. Нормалізовані значення множаться на вагу відповідного критерію w_j , як вказано у формулі 6.2:

$$v_{ij} = w_j * r_{ij}, \quad (6.2)$$

де:

- v_{ij} – зважене нормалізоване значення критерію j для альтернативи i ;
- w_j – вага критерію j ;

– r_{ij} – нормалізоване значення критерію j для альтернативи i .

Четвертим кроком є обчислення ідеального та антиідеального рішень для кожної альтернативи окремо;

П'ятим кроком є визначення відстані до ідеального та антиідеального значення. Для кожної альтернативи обчислюються евклідові відстані як зазначено у формулах 6.3 – 6.4 відповідно:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (6.3)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad (6.4)$$

де:

– D_i^+ – відстань альтернативи i до ідеального рішення;

– D_i^- – відстань альтернативи i до антиідеального рішення;

– v_j^+ – значення критерію j в ідеальному рішенні;

– v_j^- – значення критерію j в антиідеальному рішенні;

– v_{ij} – зважене нормалізоване значення критерію j для альтернативи i .

Останнім кроком є обчислення близькості до ідеалу. Чим більше значення отриманого результату, тим краща альтернатива. Близькість до ідеалу обчислюється як вказано у формулі 6.5:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}, \quad (6.5)$$

де:

– C_i – ступінь близькості альтернативи i до ідеального рішення;

– D_i^- – відстань до антиідеального рішення;

– D_i^+ – відстань до ідеального рішення.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4.3 Приклад розв'язку задачі

Вхідні дані наведено у таблиці 6.3

Таблиця 6.3 – Вхідні дані

Товар	Прибуток	Вартість	Попит	Площа
1	90	120	50	1.2
2	180	200	70	2.0
3	60	80	40	0.8
4	30	50	30	0.6
5	110	150	60	1.5

Критерії:

- $K_1 = p_i$ – прибуток (максимізувати);
- $K_2 = c_i$ – вартість (мінімізувати);
- $K_3 = d_i$ – попит (максимізувати);
- $K_4 = s_i$ – площа (мінімізувати).

Ваги критеріїв:

$$w_1 = 0.35, \quad w_2 = 0.25, \quad w_3 = 0.25, \quad w_4 = 0.15$$

Для кожного стовпця обчислюємо нормалізовані значення за формулою 6.1.

Розраховуємо корінь із суми квадратів для кожного стовпця:

$$- \sqrt{K_1^2} = \sqrt{(90^2 + 180^2 + 60^2 + 30^2 + 110^2)} = \sqrt{57500} \approx 239.79;$$

$$- \sqrt{K_2^2} = \sqrt{(120^2 + 200^2 + 80^2 + 50^2 + 150^2)} = \sqrt{111300} \approx 333.59;$$

$$- \sqrt{K_3^2} = \sqrt{(50^2 + 70^2 + 40^2 + 30^2 + 60^2)} = \sqrt{13500} \approx 116.19;$$

$$- \sqrt{K_4^2} = \sqrt{(1.2^2 + 2.0^2 + 0.8^2 + 0.6^2 + 1.5^2)} = \sqrt{8.89} \approx 2.9815.$$

Тепер кожне значення ділимо на відповідне кореневе значення:

Товар 1:

$$- \text{норм. прибуток} = 90 / 239.79 \approx 0.3766;$$

- норм. вартість = $120 / 333.59 \approx 0.4097$;
- норм. попит = $50 / 116.19 \approx 0.4303$;
- норм. площа = $1.2 / 2.9815 \approx 0.4071$.

Товар 2:

- норм. прибуток = $180 / 239.79 \approx 0.7507$;
- норм. вартість = $200 / 333.59 \approx 0.5995$;
- норм. попит = $70 / 116.19 \approx 0.6025$;
- норм. площа = $2.0 / 2.9815 \approx 0.6708$.

Товар 3:

- норм. прибуток = $60 / 239.79 \approx 0.2502$;
- норм. вартість = $80 / 333.59 \approx 0.2398$;
- норм. попит = $40 / 116.19 \approx 0.3443$;
- норм. площа = $0.8 / 2.9815 \approx 0.2683$.

Товар 4:

- норм. прибуток = $30 / 239.79 \approx 0.1251$;
- норм. вартість = $50 / 333.59 \approx 0.1499$;
- норм. попит = $30 / 116.19 \approx 0.2582$;
- норм. площа = $0.6 / 2.9815 \approx 0.2012$.

Товар 5:

- норм. прибуток = $110 / 239.79 \approx 0.4587$;
- норм. вартість = $150 / 333.59 \approx 0.4497$;
- норм. попит = $60 / 116.19 \approx 0.5164$;
- норм. площа = $1.5 / 2.9815 \approx 0.5031$.

Множимо нормалізовану матрицю на відповідні ваги за формулою 6.2

Товар 1:

- зваж. прибуток = $0.3766 * 0.35 \approx 0.1318$;
- зваж. вартість = $0.4097 * 0.25 \approx 0.1024$;
- зваж. попит = $0.4303 * 0.25 \approx 0.1076$;
- зваж. площа = $0.4071 * 0.15 \approx 0.0611$.

Товар 2:

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

- зваж. прибуток = $0.7507 * 0.35 \approx 0.2627$;
- зваж. вартість = $0.5995 * 0.25 \approx 0.1499$;
- зваж. попит = $0.6025 * 0.25 \approx 0.1506$;
- зваж. площа = $0.6708 * 0.15 \approx 0.1006$.

Товар 3:

- зваж. прибуток = $0.2502 * 0.35 \approx 0.0876$;
- зваж. вартість = $0.2398 * 0.25 \approx 0.06$;
- зваж. попит = $0.3443 * 0.25 \approx 0.0861$;
- зваж. площа = $0.2683 * 0.15 \approx 0.0402$.

Товар 4:

- зваж. прибуток = $0.1251 * 0.35 \approx 0.0438$;
- зваж. вартість = $0.1499 * 0.25 \approx 0.0375$;
- зваж. попит = $0.2582 * 0.25 \approx 0.0646$;
- зваж. площа = $0.2012 * 0.15 \approx 0.0302$.

Товар 5:

- зваж. прибуток = $0.4587 * 0.35 \approx 0.1605$;
- зваж. вартість = $0.4497 * 0.25 \approx 0.1124$;
- зваж. попит = $0.5164 * 0.25 \approx 0.1291$;
- зваж. площа = $0.5031 * 0.15 \approx 0.0755$.

Для кожного критерію: якщо потрібно максимізувати – ідеал це максимум, антиідеал – мінімум; якщо мінімізувати – навпаки.

Результат знаходження ідеалів та антиідеалів представлено у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Ідеали та антиідеали критеріїв

Критерій	Ідеал	Антиідеал
Прибуток	0.2627	0.0438
Вартість	0.0375	0.1499
Попит	0.1506	0.0646
Площа	0.0302	0.1006

Обчислимо відстані до ідеалу та антиідеалу за формулами 6.3 – 6.4.

Товар 1:

$$-D^+ = \sqrt{[(0.1318 - 0.2627)^2 + (0.1024 - 0.0375)^2 + (0.1076 - 0.1506)^2 + (0.0611 - 0.0302)^2]} \approx 0.1554;$$

$$-D^- = \sqrt{[(0.1318 - 0.0438)^2 + (0.1024 - 0.1499)^2 + (0.1076 - 0.0646)^2 + (0.0611 - 0.1006)^2]} \approx 0.1158.$$

Товар 2:

$$-D^+ = \sqrt{[(0.2627 - 0.2627)^2 + (0.1499 - 0.0375)^2 + (0.1506 - 0.1506)^2 + (0.1006 - 0.0302)^2]} \approx 0.1326;$$

$$-D^- = \sqrt{[(0.2627 - 0.0438)^2 + (0.1499 - 0.1499)^2 + (0.1506 - 0.0646)^2 + (0.1006 - 0.1006)^2]} \approx 0.2352.$$

Товар 3:

$$-D^+ = \sqrt{[(0.0876 - 0.2627)^2 + (0.06 - 0.0375)^2 + (0.0861 - 0.1506)^2 + (0.0402 - 0.0302)^2]} \approx 0.1882;$$

$$-D^- = \sqrt{[(0.0876 - 0.0438)^2 + (0.06 - 0.1499)^2 + (0.0861 - 0.0646)^2 + (0.0402 - 0.1006)^2]} \approx 0.1188.$$

Товар 4:

$$-D^+ = \sqrt{[(0.0438 - 0.2627)^2 + (0.0375 - 0.0375)^2 + (0.0646 - 0.1506)^2 + (0.0302 - 0.0302)^2]} \approx 0.2352;$$

$$-D^- = \sqrt{[(0.0438 - 0.0438)^2 + (0.0375 - 0.1499)^2 + (0.0646 - 0.0646)^2 + (0.0302 - 0.1006)^2]} \approx 0.1326.$$

Товар 5:

$$-D^+ = \sqrt{[(0.1605 - 0.2627)^2 + (0.1124 - 0.0375)^2 + (0.1291 - 0.1506)^2 + (0.0755 - 0.0302)^2]} \approx 0.1363;$$

$$-D^- = \sqrt{[(0.1605 - 0.0438)^2 + (0.1124 - 0.1499)^2 + (0.1291 - 0.0646)^2 + (0.0755 - 0.1006)^2]} \approx 0.1408.$$

Обчислимо близькість до ідеалу С за формулою 6.5

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

IC12.110БАК.005ПЗ

Арк.

47

$$\text{Товар 1: } C = \frac{0.1158}{0.1158+0.1554} \approx 0.427$$

$$\text{Товар 2: } C = \frac{0.2352}{0.2352+0.1326} \approx 0.6394$$

$$\text{Товар 3: } C = \frac{0.1188}{0.1188+0.1882} \approx 0.3869$$

$$\text{Товар 4: } C = \frac{0.1326}{0.1326+0.2352} \approx 0.3606$$

$$\text{Товар 5: } C = \frac{0.1408}{0.1408+0.1363} \approx 0.5081$$

З отриманих результатів можемо зробити висновок, що найкращим товаром для включення в асортимент є Товар 2, далі – Товар 5, потім – Товар 1.

Висновки до розділу 6

У розділі розглянуто задачу формування оптимального товарного асортименту для малого бізнесу в умовах обмежених ресурсів. Проведено аналіз сучасних підходів до багатокритеріального вибору та обґрунтовано використання методу TOPSIS як ефективного інструменту для оцінки альтернатив з урахуванням кількох критеріїв.

Здійснено покрокову реалізацію методу TOPSIS: від побудови матриці рішень до нормалізації, зважування, обчислення ідеального та антиідеального рішень і визначення відносної близькості альтернатив. Отримані результати дозволили сформулювати обґрунтований пріоритетний перелік товарів для асортиментної матриці.

Метод показав високу практичну ефективність і може бути інтегрований як аналітичний модуль у систему підтримки прийняття рішень, що розробляється

7 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ВЕБЗАСТОСУНКОМ

Робота користувача із застосунком розпочинається зі сторінки Реєстрації, на яку користувач потрапляє при відкритті продукту. Сторінка реалізована у вигляді форми та є доступною за адресою /register. Це перша точка взаємодії користувача із розробленою системою, вона виконує функцію створення нового облікового запису для користувача, для подальшого доступу до повного функціоналу системи. Інтерфейс сторінки представлено на рисунку 7.1.

Рисунок 7.1 – Інтерфейс сторінки Реєстрації

Розроблений інтерфейс є інтуїтивно зрозумілим, форма містить обов'язкові поля для заповнення:

- ім'я користувача;
- електронна пошта – є основою для авторизацію;
- пароль.

Після введення необхідних даних користувачем відправляється запит на сервер. Система виконує перевірку валідності введених даних та наявність дублікатів. У разі успішної реєстрації користувач отримує відповідне повідомлення «Успішно зареєстровано!».

У разі помилки чи некоректно введених даних користувач отримує повідомлення «Помилка реєстрації» без додаткового перезавантаження сторінки.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Це дозволяє запобігти дублюванню акаунтів та наявності некоректних даних в таблиці користувачів.

Наступним кроком після реєстрації нового профілю користувач переходить на сторінку авторизації, яка доступна за адресою /login. Вона реалізована у вигляді форми з двома обов'язковими полями: пошта та пароль. Інтерфейс сторінки авторизації представлено на рисунку 7.2

Рисунок 7.2 – Інтерфейс сторінки Авторизації

Після заповнення полів форми та натискання кнопки відбувається запит на ендпоінт, система перевіряє коректність вказаних користувачем даних. У разі невірному паролю або відсутності облікового запису з введеними даними, користувач отримує повідомлення «Помилка входу» без перезавантаження сторінки.

Якщо авторизація була пройдена успішно, користувач отримує повідомлення «Успішний вхід», після чого автоматично перенаправляється на сторінку Завантаження, яка є основною робочою сторінкою.

Сторінка завантаження даних є центральним елементом взаємодії. На цю сторінку користувач може потрапити або одразу після авторизації, або через головне меню. Тут користувач може завантажити файли, що є даними для трьох основних видів аналізу: прогнозування продажів на декілька днів вперед, аналіз

оптимального асортименту продукції та класифікація прибутковості товарів. Інтерфейс сторінки Завантаження представлено на рисунку 7.3

Рисунок 7.3 – Інтерфейс сторінки Завантаження

Одразу під заголовком сторінки користувач може побачити поле, в якому виводиться його id. Після цього сторінка ділиться на блоки відповідно до типу аналізу. Для кожного виду передбачене окреме поле для завантаження файлу з даними.

У випадку вибору аналізу прогнозування продажів, користувач, після завантаження файлу має можливість ознайомитись із виглядом файлу, а також провести очистку даних. Після цього користувач натискає на кнопку завантаження підготовлених даних для подальшого аналізу та отримує повідомлення «Дані успішно збережені і готові для подальшого формування прогнозу».

У випадку аналізу за методом TOPSIS користувач спочатку завантажує файл з даними, які бажає проаналізувати, після чого натискає кнопку запуску алгоритму. Якщо аналіз проведено успішно, то спочатку користувач отримує alert-сповіщення «Аналіз TOPSIS завершено!», і після цього отримує повідомлення з текстовою рекомендацією щодо оптимального набору товарів для продажу.

У випадку вибору задачі класифікації товарів за прибутковістю користувач

завантажує свій файл з даними, що містить характеристики товарів, та натискає на кнопку запуску алгоритму. В разі успішного проведення аналізу користувач отримує alert-сповіщення з повідомлення «Класифікація завершена», а після цього може побачити результат класифікації у табличному представленні.

Реалізований захист доступу до функціоналу для неавторизованих користувачів. При спробі нерозпізаного користувача потрапити на сторінку, він автоматично буде переадресований на сторінку Авторизації. Також створений захист від завантаження файлів з небажаним розширенням. При спробі завантажити файли у небажаному форматі користувач отримає alert-сповіщення «Помилка під час завантаження або аналізу», а також процес аналізу не розпочнеться.

Сторінка Історії відіграє одну з найважливіших ролей у розробленому застосунку. Вона надає доступ користувачу до всіх результатів, які були отримані внаслідок проведеної аналітики. Дана сторінка автоматично оновлюється після кожного нового аналізу, дозволяючи зручно переглядати усі отримані результати в хронологічному порядку. Інтерфейс сторінки продемонстровано на рисунку 7.4

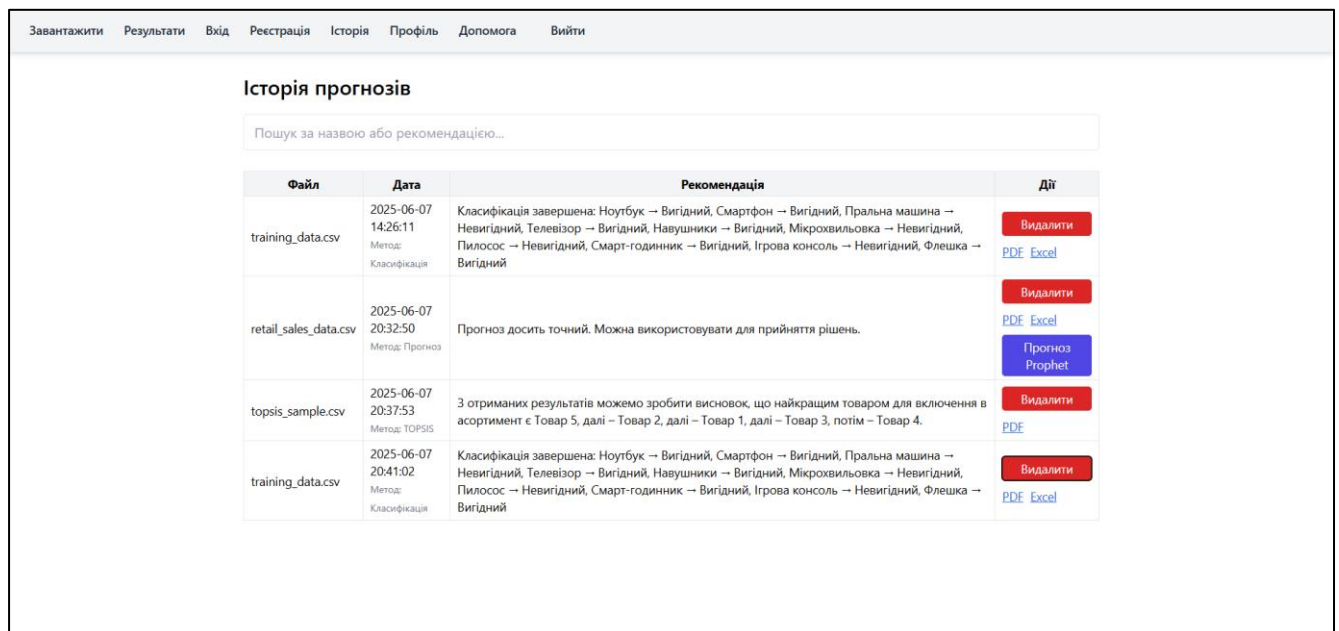


Рисунок 7.4 – Інтерфейс сторінки Історія

При відкритті сторінки, одразу після заголовку користувач може побачити

поле для пошуку по історії прогнозів за назвою завантаженого файлу чи рекомендацією. За ним одразу розташовується таблиця, в якій кожен рядок відповідає окремому завантаженому файлу. У таблиці в кожному стовпчику виводиться назва файлу, на основі якого проводився аналіз, дата завантаження та вид виконаного аналізу, отримана рекомендація. Остання колонка зберігає кнопки для вибору дії з отриманими результатами.

Кожен рядок має кнопки для завантаження звіту. Якщо здійснювався прогноз продажів на декілька днів або класифікація товарів за прибутковістю, то доступні обидва формати: PDF та Excel. Для аналізу методом TOPSIS доступний тільки PDF. Завантажений звіт містить усі отримані результати оброки, вигляд файлу представлено на рисунку 7.5.



Рисунок 7.5 – Вигляд фалу PDFз отриманими результатами аналізу

Для файлів, для яких проводилось прогнозування продажів, доступна кнопка для проведення аналізу Prophet. При її натисканні користувач бачить прогноз продажів на сім днів вперед для кожної категорії товарів по кожному дню окремо, представлений у табличному вигляді, а також графіки для кожної категорії окремо, на яких представлено криву з історичними даними, а також криву з отриманим прогнозом, яка продовжує початкові показники. Вигляд прогнозу Prophet представлено на рисунках 7.6 та 7.7.

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

Прогноз продажів			
Дата	Категорія	Продажі	Рекомендація
2024-04-01	Одяг	12.743808162907014	Варто поповнити склад
2024-04-02	Одяг	13.82143533218057	Варто поповнити склад
2024-04-03	Одяг	17.13063054768482	Варто поповнити склад
2024-04-04	Одяг	11.05194223870014	Варто поповнити склад
2024-04-05	Одяг	11.898753555169346	Варто поповнити склад
2024-04-06	Одяг	11.668277755761375	Варто поповнити склад
2024-04-07	Одяг	14.131059289504154	Варто поповнити склад
2024-04-01	Взуття	13.264779353649285	Стабільний попит
2024-04-02	Взуття	11.264957959305896	Стабільний попит
2024-04-03	Взуття	13.956902008604734	Стабільний попит
2024-04-04	Взуття	14.264504939585148	Стабільний попит
2024-04-05	Взуття	13.264558146724747	Стабільний попит
2024-04-06	Взуття	10.264824813044104	Стабільний попит
2024-04-07	Взуття	12.1107221561734	Стабільний попит
2024-04-01	Акcesуари	12.291846313355816	Стабільний попит
2024-04-02	Акcesуари	11.137798488142495	Стабільний попит
2024-04-03	Акcesуари	11.522465277551149	Стабільний попит
2024-04-04	Акcesуари	12.36874839073076	Стабільний попит
2024-04-05	Акcesуари	12.1379287410755	Стабільний попит
2024-04-06	Акcesуари	12.368722881175916	Стабільний попит
2024-04-07	Акcesуари	12.1379064830797	Стабільний попит

Рисунок 7.6 – Вигляд прогнозу продажів при проведенні аналізу Prophet



Рисунок 7.7 – Вигляд графіків продажів при проведенні аналізу Prophet

Також для усіх рядків створена можливість видалення аналізу, та усіх даних, які з ним пов'язані. Після натискання на кнопку користувач отримує сповіщення з уточненням «Ви впевнені, що хочете видалити цей прогноз?», і при підтвердженні дії – «Прогноз видалено!». Рядок з усіма даними по видаленому прогнозу зникає із таблиці історії.

В меню користувача доступна сторінка Результати. При переході на сторінку одразу під заголовком користувач може побачити поле, яке передбачає введення id

користувача. Початковий інтерфейс сторінки представлено на рисунку 7.8.

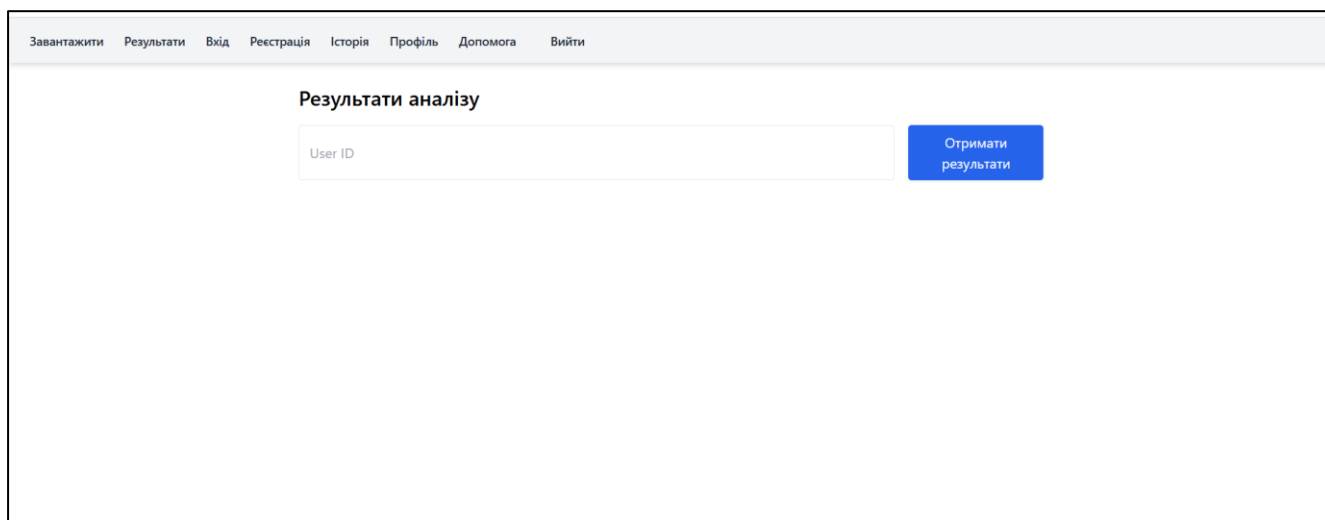


Рисунок 7.8 – Інтерфейс сторінки Результати при першому запуску

Після введення ід користувача та натисканні кнопки «Отримати результати» виводяться результати усіх проведених аналізів у стислому вигляді, який є зручним для ознайомлення. Інтерфейс сторінки Результати після введення ід представлено на рисунку 7.9.

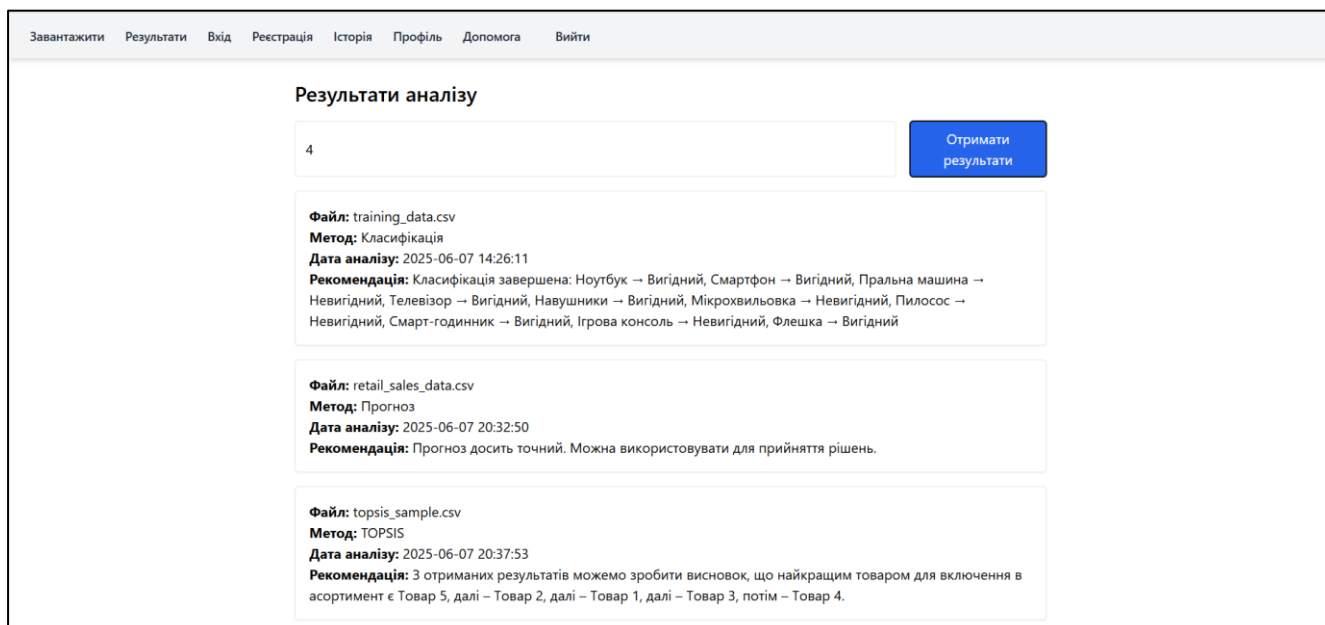


Рисунок 7.9 – Вигляд сторінки Результати після введення користувачем ід

Сторінка профілю користувача призначена для перегляду та редагування особистої інформації користувача, який вже зареєстрований в системі. Опинитись

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

на цій сторінці можна при натисканні відповідного пункту в навігаційному меню. Інтерфейс сторінки Профілю представлено на рисунку 7.10.

Завантажити Результати Вхід Реєстрація Історія Профіль Допомога Вийти

Редагування профілю

Anna

ag@gmail.com

Новий пароль

Підтвердіть пароль

Зберегти зміни

Рисунок 7.10 – Інтерфейс сторінки Профілю авторизованого користувача

Після завантаження сторінки користувач може ознайомитись з даними, які були вказані під час реєстрації. Заповненими будуть поля ім'я та пошта. У разі потреби користувач може змінити свої дані.

Редагування відбувається без оновлення сторінки, одразу після натискання кнопки «Зберегти зміни». У випадку вдалої зміни користувач отримує повідомлення «Профіль успішно оновлено». Всі запити щодо редагування профілю захищені механізмом авторизації – тільки користувач у системі має доступ до редагування власних даних, в іншому ж випадку відбувається автоматична переадресація на сторінку авторизації. Також передбачено обробку помилок: у разі спроби використання вже існуючої пошти система сповістить про помилку. Для зручності редагування інтерфейс автоматично відображає актуальні значення користувача

Остання сторінка, яка доступна у застосунку – Допомога. Вона створена для підтримки користувача при взаємодії із системою. Метою даної сторінки є надати відповіді на запитання. Інтерфейс сторінки представлено на рисунку 7.11.

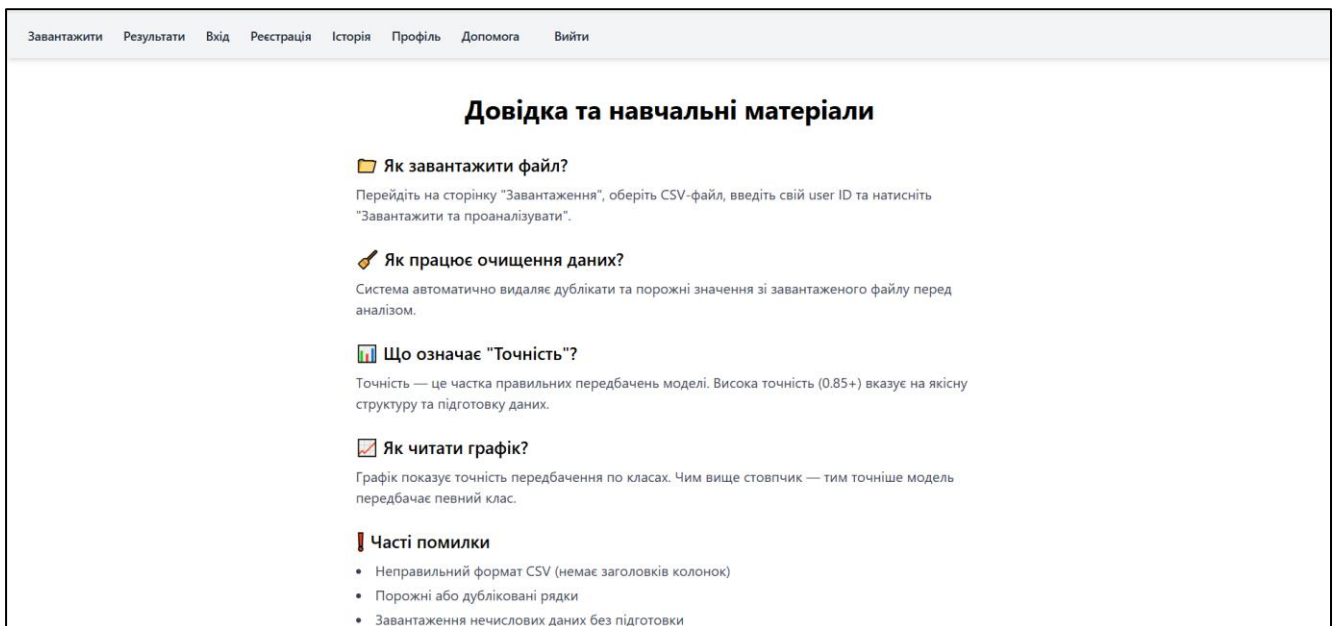


Рисунок 7.11 – Інтерфейс сторінки Допомога

Інтерфейс даної сторінки лаконічний та зрозумілий. Попастись на сторінку користувачі можуть через пункт в користувацькому меню. Сторінка є доступною як для авторизованих користувачів, так і для гостей сайту.

Механізм виходу користувача із системи реалізовано через кнопку «Вийти», яка розташована в навігаційній панелі. Після натискання кнопки відбувається очищення локального сховища, де зберігались дані користувача, історія завантажень, сформовані прогнози та рекомендації.

Висновки до розділу 7

У цьому розділі було детально описано усі сторінки розробленого застосунку а також можливості доступні користувачу під час взаємодії із системою. Застосунок забезпечує просту та зрозумілу взаємодію, яка починається із реєстрації та закінчується доступом до персоналізованого середовища відповідно до потреб користувача.

Ключова роль відведена сторінці завантаження файлів для запуску аналізу. Вона дозволяє обрати необхідний тип аналізу чи прогнозування. Через сторінку історії користувач може простежити всі попередні запити та повторно

ознайомитись з отриманими рекомендаціями. Також доступна можливість завантаження результатів у вигляді PDF чи Excel файлів.

Особистий кабінет дає доступ до перегляду та редагування персональної інформації, що дає користувачу відчуття персоналізації та контролю. Сторінка з допомогою відповідає за підтримку користувача: містить роз'яснення до найчастіших запитань.

Механізм виходу із системи є завершальним етапом взаємодії користувача та застосунку та реалізує безпечне завершення поточної сесії.

Загалом застосунок створює безпечне та зрозуміле середовище для підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу, а розроблений інтерфейс забезпечує ефективну взаємодію користувача та системи.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

ВИСНОВКИ

У межах даного дипломного проєкту було розроблено повноцінну систему підтримки прийняття рішень для малого бізнесу, яка реалізована у вигляді вебзастосунку. Основна мета полягала у створенні зручного та зрозумілого користувачеві інструменту, що дозволяє підприємствам малого бізнесу аналізувати свої комерційні дані, здійснювати прогнозування показників та приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі моделей машинного навчання. Поставлена мета була досягнута повністю, що підтверджується результатами програмної реалізації та тестування.

У процесі реалізації проєкту було виконано повний цикл розробки: від формування вимог до системи до побудови архітектури, програмування функціональних модулів, моделювання бази даних, впровадження методів прогнозування та класифікації, а також налаштування клієнтського інтерфейсу. На основі аналізу наявних сучасних програмних рішень було визначено їх ключові переваги та недоліки, що дозволило обґрунтовано сформулювати доцільність розробки. Система включає в себе набір підсистем, таких як реєстрація, авторизація, завантаження та обробка файлів користувача, історія дій, результати, класифікація товарів, генерація прогнозу продажів, візуалізація результатів та можливість експорту отриманих результатів у зручному форматі.

Для реалізації серверної логіки було обрано мову програмування Python та мікрофреймворк Flask, що дало можливість забезпечити гнучкість у налаштуванні ендпоінтів API. У якості системи керування базами даних використано PostgreSQL із використанням ORM-бібліотеки SQLAlchemy для зручності маніпуляцій із даними. Клієнтська частина побудована за допомогою бібліотеки React.js, що дозволило створити простий та зрозумілий інтерфейс. Особливу увагу було приділено реалізації алгоритмів машинного навчання: було реалізовано метод TOPSIS для багатокритеріального вибору, класифікацію товарів за прибутковістю та прогнозування продажів з використанням бібліотеки Prophet.

У проєкті побудовано повноцінну структуру реляційної бази даних, яка

					IC12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

охоплює користувачів, завантажені файли, історію прогнозів, рекомендації, результати аналітики, логування та збереження класифікацій. Було реалізовано обробку CSV-файлів, побудову графіків у реальному часі та збереження результатів у форматах PDF та Excel. Програмний застосунок було протестовано та перевірено на коректність роботи. Інтерфейс системи зроблено інтуїтивно зрозумілим та доступним для користувачів, які не мають спеціальних технічних навичок.

Сформульовані вимоги до системи та варіанти використання повністю узгоджуються із реалізованим функціоналом. Усі розроблені модулі взаємодіють між собою через чітко побудовану архітектуру REST API, що дозволить масштабувати рішення та адаптувати його до нових задач.

Результати реалізованого проекту демонструють можливість практичного застосування засобів машинного навчання у системах підтримки прийняття рішень у сфері малого бізнесу. Розроблене рішення може бути адаптоване для різних галузей та слугувати основою для подальшого розширення функціональності.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Power BI - Data Visualization | Microsoft Power Platform. *Power BI - Data Visualization | Microsoft Power Platform*. URL: <https://powerbi.microsoft.com/> (дата звернення: 12.04.2025).
2. BI & Analytics Software - Zoho Analytics. *Zoho*. URL: <https://www.zoho.com/analytics/> (дата звернення: 14.04.2025).
3. Tableau: Business Intelligence and Analytics Software. *Tableau*. URL: <https://www.tableau.com/> (дата звернення: 15.04.2025).
4. Looker Studio Overview. *Looker Studio Overview*. URL: <https://lookerstudio.google.com/> (дата звернення: 17.04.2025).
5. Welcome to Flask – Flask Documentation (3.1.x). *Welcome to Flask – Flask Documentation (3.1.x)*. URL: <https://flask.palletsprojects.com/> (дата звернення: 27.04.2025).
6. Scikit-learn: machine learning in Python – scikit-learn 1.7.0 documentation. *scikit-learn: machine learning in Python – scikit-learn 0.16.1 documentation*. URL: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата звернення: 27.04.2025).
7. XGBoost Documentation – xgboost 3.0.2 documentation. *XGBoost Documentation – xgboost 3.0.2 documentation*. URL: <https://xgboost.readthedocs.io/> (дата звернення: 01.05.2025).
8. Prophet. *Prophet*. URL: <https://facebook.github.io/prophet/> (дата звернення: 04.05.2025).
9. Chart.js. *Chart.js | Open source HTML5 Charts for your website*. URL: <https://www.chartjs.org/> (дата звернення: 08.05.2025).
10. Pandas - Python Data Analysis Library. *pandas - Python Data Analysis Library*. URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата звернення: 09.05.2025).
11. PostgreSQL: Documentation. *PostgreSQL: The world's most advanced open source database*. URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата звернення: 14.05.2025).
12. SQLAlchemy Documentation – SQLAlchemy 2.0 Documentation. *SQLAlchemy Documentation – SQLAlchemy 2.0 Documentation*.

URL: <https://docs.sqlalchemy.org/> (дата звернення: 14.05.2025).

13. React. *React*. URL: <https://react.dev/> (дата звернення: 26.05.2025).

14. Home. *Docker Documentation*. URL: <https://docs.docker.com/> (дата звернення: 26.05.2025).

15. Git - Documentation. *Git*. URL: <https://git-scm.com/doc> (дата звернення: 26.05.2025).

16. Ankit Choudhary. Generate Quick and Accurate Time Series Forecasts using Facebook's Prophet (with Python & R codes). URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/05/generate-accurate-forecasts-facebook-prophet-python-r/> (дата звернення: 12.05.2025).

17. Bourke D. A Gentle Introduction to Exploratory Data Analysis. *Medium*. URL: <https://medium.com/data-science/a-gentle-introduction-to-exploratory-data-analysis-f11d843b8184> (дата звернення: 28.05.2025).

18. Шатківська, Н. В. Про застосування методу TOPSIS для прийняття оптимальних рішень споживачами / Н. В. Шатківська, Л. О. Буркіна // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*. – 2021. – Вип. 2(70). – С. 147–152.

					ІС12.110БАК.005ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62