

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій  
та інноваційного підприємництва

(повна назва інституту)

Кафедра технічної кібернетики й інформаційних технологій  
ім. професора Р.В. Меркта

(повна назва кафедри)

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

Розробка аналітичної системи з оцінки ефективності продажів в  
торгових системах

Виконала: здобувачка

вищої освіти

4 курсу, групи

Спеціальність:

124 «Системний аналіз»

(шифр і назва напрямку підготовки)



(підпис)

Єлизавета БОГАТ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

к.ф.-м.н., доцент

(вчене звання, посада)



(підпис)

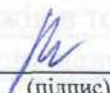
Марина РОЗУМ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

старший викладач

(вчене звання, посада)



(підпис)

Ілля РУБЛЬОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026

## ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та інноваційного підприємництва

Кафедра технічної кібернетики й інформаційних технологій ім. професора Р.В. Меркта

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки -  
(шифр і назва)

Спеціальність 124 «Системний аналіз»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

КТКІІТ ім. проф. Р.В. Меркта  
к.т.н., доцент Носов П.С.

«09» 03 20 26 року

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Єлизаветі БОГАТ

(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

1. Тема проекту (роботи) Розробка аналітичної системи з оцінки ефективності продажів в торгових системах

керівник проекту (роботи) Марина РОЗУМ, к.ф.-м.н., доцент ОНМУ

(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «13» 03 20 26 р. № 61 Вк/зфн

2. Строк подання проекту (роботи) Квітень 2026

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Наукові джерела з аналізу продажів, дані про продажі, сучасні методи бізнес-аналітики та програмні засоби розробки інформаційних систем

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз торгівельної логіки України для інтеграції систем аналітики. Аналіз програмних рішень в сфері торгівельного аналізу даних. Аналіз методів технічної аналітики торгових систем та попиту клієнтів. Аналіз засобів розробки та реалізації інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах. Аналіз систем збереження та керування даними для інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах. Розробка логіки аналізу торгової ефективності для торгівельних мереж. Розробка архітектурної логіки для інформаційної системи. Розробка та опис інтерфейсу інформаційної системи. Профілактика професійного вигорання працівників ІТ-сфери.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Діаграма варіантів використання, діаграма послідовності дій, діаграма класів та діаграма бази даних

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ        | Ім'я, ПРІЗВИЩЕ та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|---------------------------------------|----------------|------------------|
|               |                                       | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Серій ПЕРЕТЯКА, доцент БЖДБХ          | 9.03.2026      | 20.04.2026       |
|               |                                       |                |                  |
|               |                                       |                |                  |
|               |                                       |                |                  |
|               |                                       |                |                  |
|               |                                       |                |                  |

7. Дата видачі завдання 09.03.2026

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи           | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Видача завдання                               | 09.03.2026                              | Вик.     |
| 2     | Переддипломна практика, залік                 | 09.03.2026 - 22.03.2026                 | Вик.     |
| 3     | Коригування завдання за результатами практики | 25.03.2026                              | Вик.     |
| 4     | Проміжний звіт на кафедрі оцінка готовності   | 01.04.2026                              | Вик.     |
| 5     | Попередній захист на кафедрі                  | 15.04.2026                              | Вик.     |
| 6     | Рецензування                                  | 17.04.2026                              | Вик.     |
| 7     | Захист на засіданні ЕК                        | 21.04.2026                              |          |
|       |                                               |                                         |          |
|       |                                               |                                         |          |

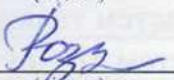
Здобувач вищої освіти

  
 (підпис)

Єлизавета БОГАТ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

  
 (підпис)

Марина РОЗУМ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## АНОТАЦІЯ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної аналітичної системи для оцінки ефективності продажів у сучасних торговельних мережах, призначеної для збору, інтеграції, комплексної обробки, аналізу та візуалізації багатоструктурованих масивів даних, що формуються в процесі операційної діяльності роздрібних підприємств. Головною функціональною логікою системи є концепція гібридного підходу до аналізу транзакційних даних, що поєднує методи асоціативного аналізу, прогнозування часових рядів, сегментацію клієнтів за купівельною спроможністю та поведінковими патернами, а також кількісну оцінку впливу мерчандайзингових рішень на ключові показники результативності. Реалізацію системи виконано засобами JavaScript, React та TypeScript. Для збереження даних в системі використовується MongoDB. Розроблена забезпечує виявлення прихованих закономірностей купівельної поведінки, кількісну оцінку ефективності торговельних рішень, оперативне формування рекомендацій щодо оптимізації викладки, асортименту, цінової політики та промо-стратегій, а також зниження операційних втрат і підвищення рентабельності діяльності.

## ABSTRACT

The purpose of the qualification work is to develop an information analytical system for assessing sales efficiency in modern retail chains, designed for collecting, integrating, complex processing, analyzing and visualizing multi-structured data arrays formed in the process of operating activities of retail enterprises. The main functional logic of the system is the concept of a hybrid approach to analyzing transactional data, which combines methods of associative analysis, time series forecasting, customer segmentation by purchasing power and behavioral patterns, as well as a quantitative assessment of the impact of merchandising decisions on key performance indicators. The system was implemented using JavaScript, React and TypeScript. MongoDB is used to store data in the system.

The developed system provides for the detection of hidden patterns of purchasing behavior, quantitative assessment of the effectiveness of retail decisions, prompt generation of recommendations for optimizing the layout, assortment, pricing policy and promotional strategies, as well as reducing operating losses and increasing the profitability of activities.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                        | 8  |
| 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ТА СФЕРИ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ.....                                                        | 10 |
| 1.1 Аналіз торгівельної логіки України для інтеграції систем аналітики.....                                                       | 10 |
| 1.2 Аналіз програмних рішень в сфері торгівельного аналізу даних.....                                                             | 14 |
| 1.3 Аналіз методів технічної аналітики торгових систем та попиту клієнтів .....                                                   | 22 |
| 1.4 Аналіз засобів розробки та реалізації інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах.....            | 28 |
| 1.5 Аналіз систем збереження та керування даними для інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах..... | 31 |
| 1.6 Мета кваліфікаційної роботи.....                                                                                              | 34 |
| 1.7 Висновки до першого розділу .....                                                                                             | 35 |
| 2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ В ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ.....                                                              | 37 |
| 2.1 Розробка логіки аналізу торгової ефективності для торгівельних мереж.....                                                     | 37 |
| 2.2 Моделі управління та оптимізації торговельних процесів у сучасних ритейл-системах.....                                        | 41 |
| 2.3 Розробка логіки аналізу даних в торгівельних системах і оцінці ефективності продажів.....                                     | 45 |
| 2.4 Висновки до другого розділу.....                                                                                              | 53 |
| 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З АНАЛІЗУ ТОРГОВИХ СИСТЕМ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ .....                                         | 56 |
| 3.1 Розробка архітектурної логіки для інформаційної системи .....                                                                 | 56 |
| 3.2 Розробка та опис інтерфейсу інформаційної системи.....                                                                        | 72 |
| 3.3 Аналіз результатів використання розробленої системи.....                                                                      | 85 |
| 3.4 Висновки до третього розділу .....                                                                                            | 92 |
| 4 ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ІТ-СФЕРИ                                                                        | 95 |
| 4.1 Ознаки професійного вигорання .....                                                                                           | 95 |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2 Стадії та симптоми вигорання .....                                       | 96  |
| 4.3 Профілактики професійного вигорання працівників з боку роботодавця ..... | 98  |
| 4.4 Дії з боку працівника .....                                              | 99  |
| 4.5 Висновки до четвертого розділу .....                                     | 100 |
| ВИСНОВКИ .....                                                               | 102 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....                                               | 104 |
| ДОДАТОК А .....                                                              | 107 |

## ВСТУП

Актуальність розробки аналітичних систем для оцінки ефективності продажів у сучасних торговельних мережах зумовлена низкою взаємопов'язаних процесів, що визначають трансформацію роздрібної торгівлі в умовах цифрової економіки. Глобалізація ринків, стрімке зростання електронної комерції, посилення конкуренції, зміна споживчих патернів під впливом економічної нестабільності, інфляційних процесів та технологічного прогресу створюють нові виклики для ритейлерів. У таких умовах традиційні методи управління продажами — орієнтовані переважно на ретроспективний аналіз та інтуїтивні рішення — стають недостатньо ефективними. Для забезпечення стійкої конкурентоспроможності та прибутковості торговельних систем необхідний перехід до data-driven підходів, що базуються на комплексній, оперативній та прогнозній аналітиці.

Сучасні торговельні мережі накопичують величезні обсяги різномірних даних: транзакційні записи з POS-систем, онлайн-замовлення, дані програм лояльності, поведінкові логи в торговельних залах (сенсори, камери, Wi-Fi-аналітика), історію взаємодії клієнтів у цифрових каналах, дані про запаси, цінові зміни, промо-акції, сезонні коливання та зовнішні макроекономічні показники. Однак наявність великих даних сама по собі не забезпечує конкурентної переваги — ключовим є їх систематизована обробка, виявлення прихованих закономірностей, прогнозування попиту та формування рекомендацій для оперативного та стратегічного управління.

Аналітичні системи оцінки ефективності продажів дозволяють вирішувати комплекс завдань, що виходять за межі простої звітності: виявлення асоціативних правил спільних покупок, сегментацію клієнтів за купівельною спроможністю та поведінковими патернами, кількісну оцінку впливу мерчандайзингових рішень на середній чек і кількість позицій у кошику, прогнозування оборотності запасів і ризиків надлишків/дефіциту, моделювання ефекту промо-акцій, оцінку каналної ефективності в омніканальному середовищі, виявлення аномалій у продажах та оперативне реагування на них.

Особливої актуальності така аналітика набуває в умовах українського ринку, де роздрібна торгівля стикається з додатковими викликами: волатильністю купівельної спроможності населення, високою чутливістю до цінових змін, сезонними коливаннями, регіональними відмінностями в споживчих уподобаннях, обмеженою інфраструктурою в окремих регіонах, а також необхідністю швидкої адаптації до змін у законодавстві, податкових режимах та логістичних ланцюгах. У цих умовах аналітичні системи стають не лише інструментом підвищення операційної ефективності, але й стратегічним ресурсом для збереження ринкових позицій, зниження втрат і зростання рентабельності.

Розробка спеціалізованих аналітичних систем для оцінки ефективності продажів у торговельних мережах є багатогранним науково-прикладним завданням, що поєднує аспекти бізнес-аналітики, інформаційних технологій, економетрики, статистики, теорії мерчандайзингу та поведінкової економіки. Такі системи дозволяють переходити від реактивного управління продажами до проактивного та прогнозного підходу, забезпечуючи обґрунтованість рішень на всіх рівнях — від операційного (викладка, промо-зони, асортиментні матриці) до стратегічного (розвиток мережі, цінова політика, інвестиції в цифрові канали).

Таким чином, створення ефективних аналітичних систем оцінки продажів набуває стратегічного значення для розвитку вітчизняного ритейлу. Вони сприяють не лише підвищенню комерційних показників торговельних мереж, але й формуванню стійкої конкурентної переваги в умовах високої динаміки ринку, посилення конкуренції та цифрової трансформації галузі. Розробка та впровадження таких систем є одним із ключових напрямів сучасних досліджень у сфері економіки торгівлі, бізнес-аналітики та інформаційних технологій управління.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ТА СФЕРИ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ

### 1.1 Аналіз торгівельної логіки України для інтеграції систем аналітики

Сучасна роздрібна торгівля в глобальному масштабі характеризується поступовим, але невпинним ускладненням організаційної структури та операційних процесів. Це зумовлено стрімким збільшенням масштабів діяльності торговельних мереж, розширенням асортиментних матриць, зростанням обсягів товарообігу та посиленням конкуренції на ринку. Роздрібна торгівля залишається одним із ключових секторів економіки, що генерує суттєву частку валового внутрішнього продукту багатьох держав, тому проблема формування ефективної, стійкої та конкурентоспроможної торговельної мережі набуває стратегічного значення й потребує систематичного наукового та прикладного аналізу [1].

Протягом останніх двох-трьох десятиліть торгівля як основна форма економічної взаємодії між виробниками та кінцевими споживачами зазнала фундаментальних трансформацій. Розвиток передових маркетингових технологій, аналітики великих даних, штучного інтелекту та сучасних інформаційних систем кардинально змінив моделі комунікації з покупцями. Сьогодні доступні інструменти дозволяють здійснювати глибоке вивчення поведінки споживачів, проводити точну сегментацію аудиторії, формувати персоналізовані пропозиції та рекомендації. У низці випадків такі підходи забезпечують рівень повторних покупок, що сягає 90–96 %, суттєво підвищуючи lifetime value клієнта та загальну рентабельність бізнесу.

Створення та масштабування торговельної мережі передбачає не лише комерційну вигоду, але й значну відповідальність перед покупцями, партнерами та суспільством. Відкриття великої кількості торгових точок з подальшим їх швидким закриттям є економічно неефективним і руйнівним для репутації бренду. Тому більшість успішних мереж орієнтовані на довгострокову, стабільну взаємодію з клієнтами, що вимагає розробки комплексної, добре продуманої маркетингової стратегії. В Україні переважна частина торговельних мереж досі працює в парадигмі

«стратегії виживання» з плануванням на 2–3 роки вперед, тоді як провідні міжнародні ритейлери впроваджують стратегії випереджального розвитку з горизонтом планування 15–20 років, що включає прогнозування технологічних, споживчих і регуляторних змін [2].

Для забезпечення стійкої конкурентоспроможності та операційної ефективності кожна торгова мережа зобов'язана чітко обґрунтувати свою маркетингову стратегію та визначити стратегічні пріоритети в усіх ключових функціональних сферах: асортиментній політиці, ціноутворенні, комунікаціях, логістиці, управлінні персоналом та каналах збуту. Вибір конкретних стратегій комплексу маркетингу (4P/7P) відбувається на основі комплексного зіставлення зовнішніх чинників впливу (конкуренція, споживчі тренди, регуляторне середовище, технологічний прогрес), внутрішньої ресурсної бази (фінансові, людські, технологічні ресурси) та поточної стадії життєвого циклу підприємства.

Одним із критичних завдань на етапі реалізації маркетингової стратегії є тактичне визначення типу позиціонування бренду на ринку, а в довгостроковому вимірі — вибір і пріоритизація основних каналів збуту. В українському ритейлі останні роки активно копіювалися успішні західні моделі багатоканальності (multi-channel), однак у місцевих реаліях різні канали продажів одного ритейлера нерідко функціонують автономно, а подекуди навіть конкурують між собою. Натомість розвинені ринки вже давно перейшли до концепції безшовного (seamless) переходу споживача між каналами, що забезпечує єдину, узгоджену взаємодію з брендом незалежно від точки контакту [3].

Швидкість розвитку інформаційних технологій та аналітичних інструментів дозволяє прогнозувати подальше прискорення змін у торговельних відносинах. Сучасні споживачі висувають до ритейлерів низку ключових вимог: доступність товару «тут і зараз» у будь-якому зручному каналі; максимальна простота та інтуїтивність процесу купівлі; безперервність взаємодії з брендом у режимі 24/7; уніфікована, достовірна інформація про продукт у всіх каналах; глибока кастомізація пропозицій та швидка реакція на зворотний зв'язок. Саме від швидкості та якості

реагування на індивідуальні потреби залежить рішення про покупку та подальша лояльність клієнта.

Історично різні канали продажів розвивалися нерівномірно та часто незалежно один від одного. Інвестиції в онлайн-напрямки в Україні традиційно виділялися як окремий бізнес-напрям зі власним менеджментом, командами та KPI. У свідомості споживача це призводить до сприйняття бренду як фрагментованого: різні ціни, асортимент, умови доставки чи повернення в різних каналах руйнують довіру та цілісність іміджу.

Внутрішня конкуренція між каналами одного ритейлера виникає через різні системи мотивації підрозділів, організаційну структуру або специфіку обліку ефективності. Деякі експерти прогнозують, що дистанційні канали можуть частково витіснити традиційні фізичні точки (як це вже відбувається у банківському секторі з появою необанків), проте досвід розвинених ринків демонструє, що повна відмова від офлайн-присутності не відбувається: фізичні магазини зберігають роль «showroom», точки видачі, емоційного контакту та тестування товару [4].

Концепція омніканальності (omni-channel) з'явилася на українському ринку приблизно у 2012 році й сьогодні активно позиціонується як сучасна парадигма ведення роздрібного бізнесу. Важливо розрізняти омніканальність від багатоканальності (multi-channel) та мультиканальності. У багатоканальній моделі канали функціонують паралельно, але ізольовано: споживач самостійно обирає шлях покупки, дані не синхронізуються в реальному часі, досвід у кожному каналі може суттєво відрізнятись. Омніканальність, навпаки, передбачає повну інтеграцію всіх каналів у єдину екосистему, орієнтовану на клієнта: безшовний перехід між онлайн і офлайн, єдина база клієнтських даних, уніфіковане ціноутворення, скоординовані програми лояльності та персоналізовані комунікації. Омніканальний покупець отримує значно більше зручності та контролю над процесом покупки.

За даними міжнародних досліджень, омніканальні клієнти здійснюють повторні покупки в 4–5 разів частіше, демонструють вищий середній чек і рівень утримання. Водночас впровадження омніканальності вимагає значних інвестицій у технологічну інфраструктуру, синхронізацію даних, перегляд процесів ціноутворення та

лояльності, а також глибокого аналізу ризиків. Рішення про перехід до омніканальної або хоча б розвинутої крос-канальної моделі має ґрунтуватися на оцінці:

- обсягів капітальних вкладень у інтеграційну IT-інфраструктуру, здатну підтримувати додаткові канали та партнерів;
- правил синхронізації даних, процесів та організаційних змін між каналами;
- підходів до єдиного ціноутворення та програм лояльності, що унеможливають видимі розбіжності для клієнта.

Такий аналіз дозволяє визначити, які саме елементи омніканальної моделі впроваджувати першочергово, від яких тимчасово відмовитися, а також спрогнозувати терміни окупності інвестицій і вплив на конкурентні позиції мережі.

Україна поки що перебуває переважно на етапі багатоканальності: лише обмежена кількість великих гравців (близько десятка мереж) активно впроваджують окремі елементи омніканальності. Багато ритейлерів ще не можуть забезпечити єдину програму лояльності чи синхронізовану історію взаємодії клієнта. Водночас сучасні технології дозволяють переходити до персоналізованих пропозицій, оптимального вибору каналу комунікації та реакції на зворотний зв'язок у реальному часі [5].

Подальші дослідження в галузі аналітики продажів торговельних систем мають зосередитися на розробці методичного апарату для:

- обґрунтованого вибору стратегій позиціонування в омніканальному середовищі;
- кількісної оцінки ефективності впроваджених стратегій;
- прогнозування комерційних і репутаційних наслідків переходу до інтегрованих моделей продажів;
- оптимізації вибору пріоритетних каналів збуту з урахуванням загальної маркетингової стратегії мережі.

Омніканальність не є універсальним рішенням для всіх ритейлерів, але в умовах зростання споживчих очікувань та технологічної конкуренції вона перетворюється з опціонального інструменту на один із ключових факторів довгострокової конкурентоспроможності та стійкості торговельних мереж.

## 1.2 Аналіз програмних рішень в сфері торгівельного аналізу даних

Актуальність застосування електронних систем з оцінки ефективності мерчандайзингу та системи покупачкої спроможності в електронному торгівельному бізнесі сьогодні виявляється на фоні стрімкого розвитку електронної комерції та поширення Інтернету. За останні десятиліття торгівля перетворилася завдяки цифровим технологіям, що значно змінило підходи до мерчандайзингу та аналізу покупачкої поведінки.

Одним із головних напрямків в аналізі торгових систем є використання спеціалізованих систем для аналізу та оцінки ефективності розміщення товарів у торгових точках. Ці системи дозволяють отримувати об'єктивну інформацію щодо реакції споживачів на розміщення продукції та здійснювати оптимізацію торгового простору.

Однією з ключових переваг таких систем є можливість відстеження та аналізу покупачкої поведінки в реальному часі. Інтеграція електронних систем з додатковими датчиками та IoT-технологіями дозволяє збирати різноманітні дані, такі як час перебування клієнта біля певного товару, кількість переглядів, конверсія в покупку тощо. Це надає можливість ретельно аналізувати ефективність різних стратегій мерчандайзингу та вносити корективи у роботу магазину максимально швидко.

Ще однією важливою функцією електронних систем мерчандайзингу є підтримка взаємодії з іншими ІТ-системами. Інтеграція з системами управління складом, CRM-системами та системами аналітики дозволяє створити цілісну інфраструктуру, яка сприяє автоматизації та оптимізації всіх процесів управління магазином.

Одним із ключових аспектів успіху в електронній комерції є розуміння та аналіз покупачкої поведінки споживачів. В цьому контексті системи покупачкої спроможності виявляються надзвичайно корисними інструментами, що дозволяють

виробникам та роздрібним мережам адаптувати свої пропозиції до потреб споживачів.

Системи покупацької спроможності дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги даних про покупки, демографічні характеристики клієнтів, їхній стан соціально-економічного статусу, звички та уподобання. Це дозволяє створювати персоналізовані пропозиції, рекомендації та акції, що максимально відповідають індивідуальним потребам кожного клієнта.

Крім того, системи покупацької спроможності дозволяють прогнозувати та моделювати покупку товарів та послуг. Застосування аналітичних методів та штучного інтелекту дозволяє здійснювати прогнози на основі історичних даних, оцінювати ефективність рекламних кампаній та планувати стратегії продажів.

Серед засобів з аналізу ефективності мерчандайзингу та торгівельної активності, виділяють програмні засоби різних типів. Одним з типів таких систем є електронні системи комерції та платежів. Вони дозволяють відстежувати продажі товарів та попит на окремі позиції та сегменти ринку.

Fondu.ua - це платіжна система, яка надає послуги з онлайн-платежів та електронної комерції. Ресурс має широкий спектр функціональних можливостей, спрямованих на забезпечення зручності та безпеки платежів для користувачів та бізнес-клієнтів. На рис. 1.1 зображено головну сторінку сервісу [6].

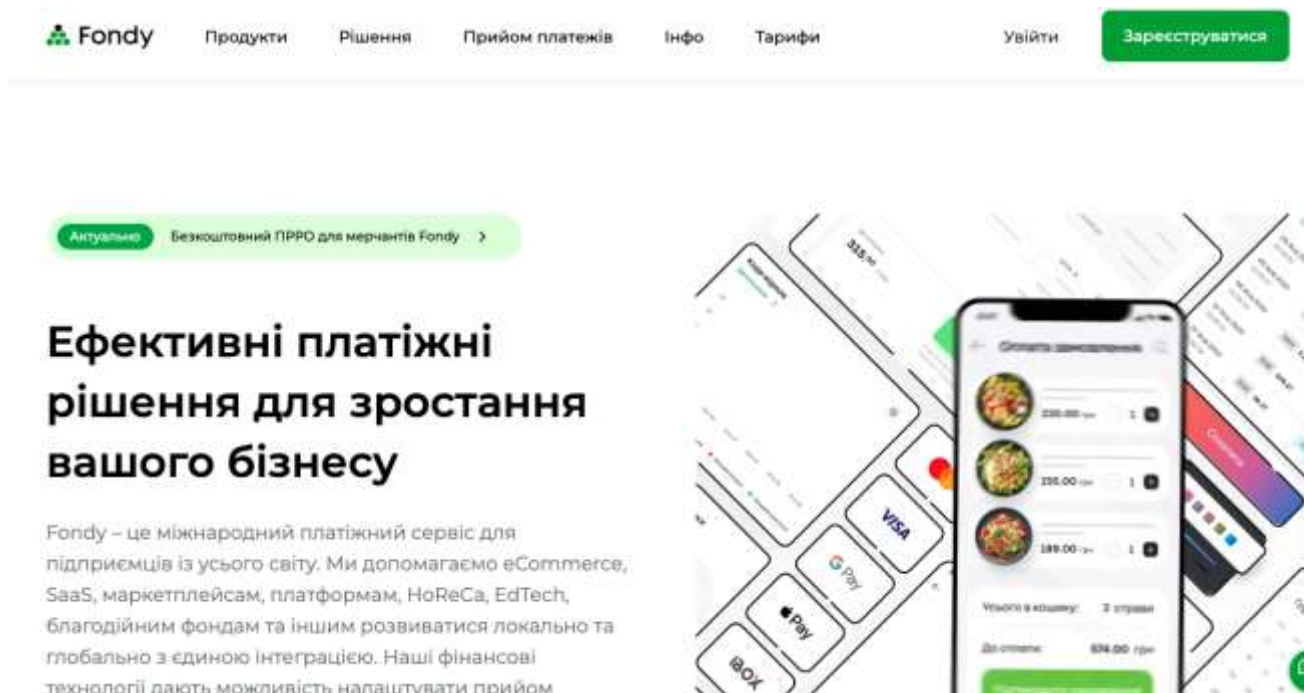


Рисунок 1.1 – Головна сторінка інформаційної системи

До функціональних можливостей інформаційної системи «Fondy.ua» відносять, рис. 1.2:

- Платіжні шлюзи. «Fondy.ua» надає можливість підключення до різних платіжних шлюзів для обробки онлайн-платежів через різноманітні способи оплати, такі як кредитні картки, електронні гроші, банківські трансфери та інші.
- Інтеграція з електронною комерцією. «Fondy.ua» пропонує API для інтеграції з онлайн-магазинами та іншими платформами електронної комерції, що дозволяє здійснювати оплату за товари та послуги безпосередньо на сайті.
- Аналітика та звітність. Система надає користувачам зручні засоби аналізу та моніторингу платежів, включаючи звіти про обсяги та обороти, статистику операцій та іншу важливу інформацію.
- Безпека та захист даних. «Fondy.ua» забезпечує високий рівень безпеки та захисту конфіденційності даних, використовуючи сучасні технології шифрування та захисту від шахраїв.

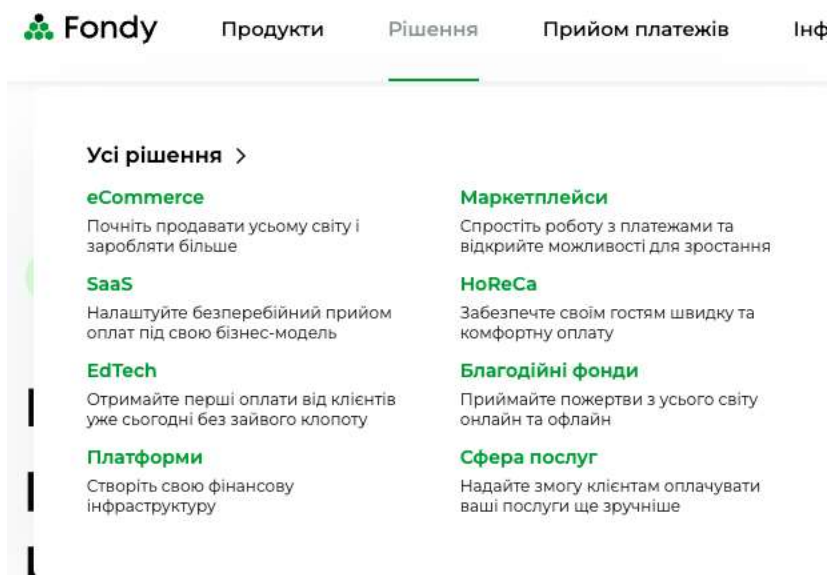


Рисунок 1.2 – Сторінка з рішеннями системи

«Fondy.ua» адресований різним сегментам ринку, включаючи інтернет-магазини, туристичні та готельні послуги, онлайн-сервіси, освітні та розважальні платформи та інші галузі, які потребують швидких та безпечних онлайн-платежів. Інформаційна система дозволяє проводити замовлення та платежі через свій персональний сервіс, що дозволяє аналізувати торгову ефективність попиту, рис. 1.3.

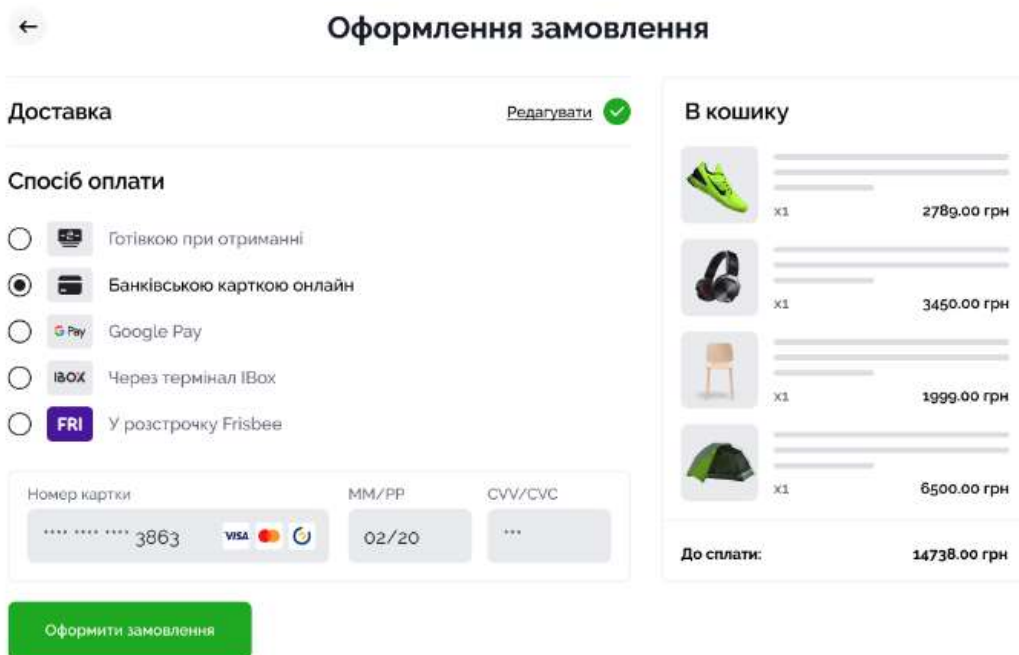


Рисунок 1.3 – Сторінка з оформленням замовлення

До переваг інформаційної системи «Fondy.ua» можна віднести:

- велика різноманітність платіжних методів, що підвищує конверсію;
- добре документований та простий у інтеграції API;
- вбудовані інструменти безпеки та захисту даних, що сприяє довірі

клієнтів;

- фіксовані комісії без прихованих платежів, конкурентні тарифи для високих обсягів (від 0.7–1.3% + фіксована сума для внутрішніх транзакцій).

Серед суттєвих недоліків, які були визначені в наслідок функціонального аналізу, було віднесено:

- обмежена географічна доступність для деяких регіонів та країн (переважно фокус на Європі та Україні);
- відносно вищі комісії на міжнародні платежі в порівнянні з деякими глобальними гігантами (наприклад, 3.2% + фікс для певних карток);
- потенційна залежність від локального регуляторного середовища.

Інформаційна система підтримує різні варіації функціонального аналізу, які включають в себе оборот, банки, суми, фінанси та інші показники, які можуть довести спроможність покупців та актуальності пропозицій, рис. 1.4.

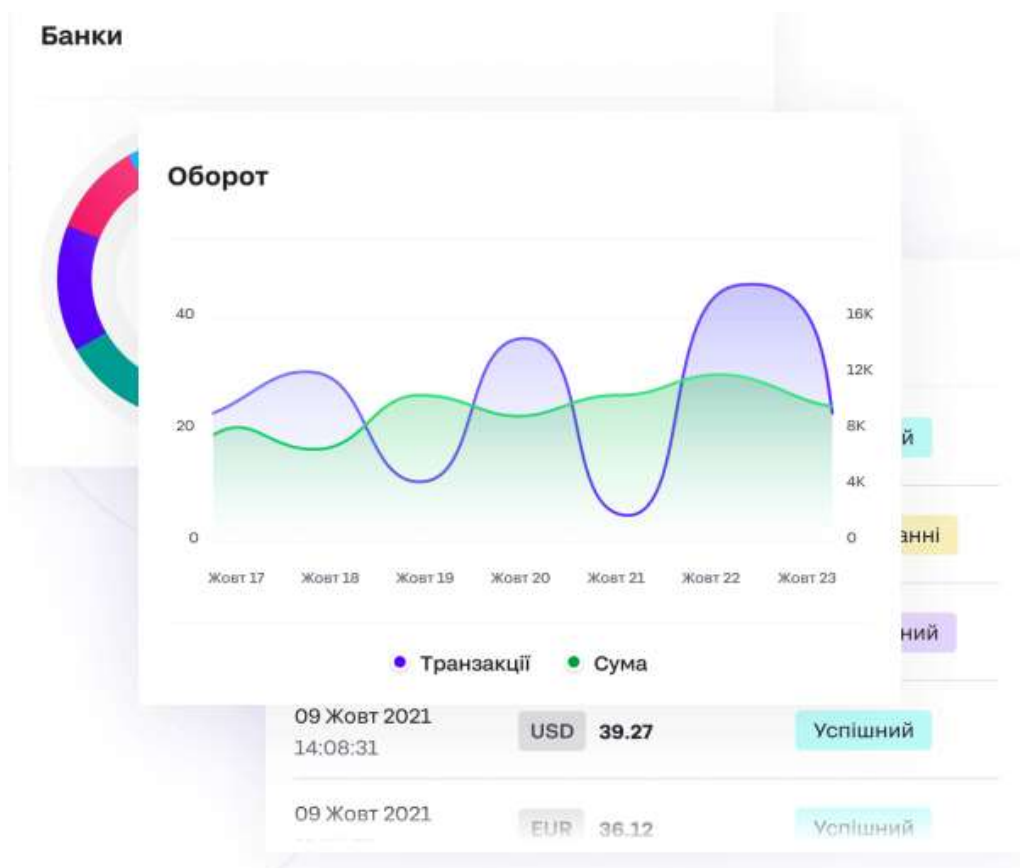


Рисунок 1.4 – Сторінка з аналізом ефективності

У цілому, «Fondu.ua» є сучасною та надійною платіжною системою, яка відповідає потребам різних бізнесів та споживачів. Вона має свої переваги та обмеження, проте вона залишається актуальним рішенням на ринку онлайн-платежів та послуг мерчандайзингу.

Інформаційна система Непар.іо. "Непар" - це програмний засіб для аналізу даних, який надає можливості для збору, організації та візуалізації інформації про поведінку користувачів на веб-сайтах та мобільних додатках. Непар може бути корисним для різних галузей та типів бізнесу, включаючи електронну комерцію, фінансові послуги, медіа, технологічні компанії та інші. Він може використовуватися для аналізу даних клієнтів, відстеження ефективності маркетингових кампаній, вдосконалення продуктів та послуг, а також для оптимізації процесів бізнесу. На рис. 1.5 зображено головну сторінку інформаційної системи.

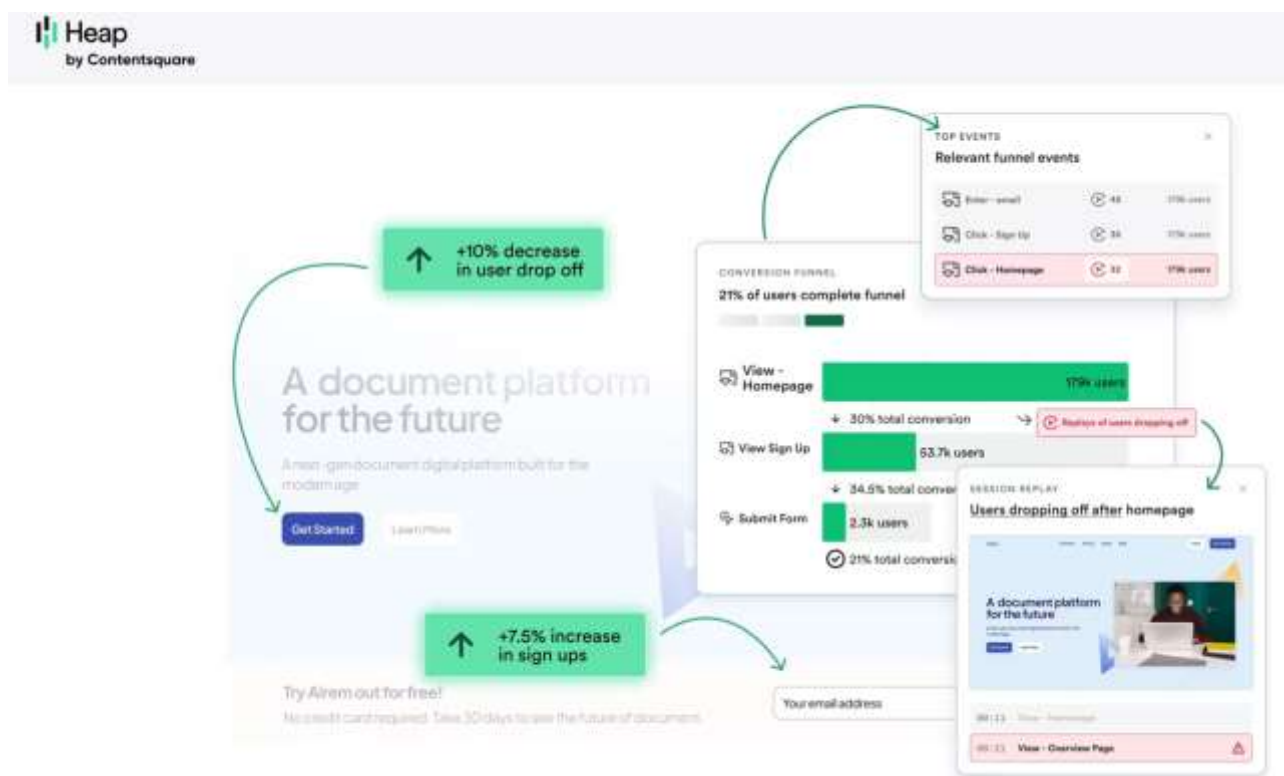


Рисунок 1.5 – Головна сторінка інформаційної системи "Неар"

Серед функціональних можливостей інформаційної системи "Неар" можна виділити наступні:

1. повний автоматичний збір даних з веб-сайтів, додатків, email-кампаній;
2. інтуїтивні інструменти візуалізації (графіки, дашборди, funnel-аналіз, heatmaps);
3. сегментація аудиторії за поведінковими, демографічними та кастомними параметрами;
4. автоматизовані звіти, реальний час аналізу, інтеграції з ВІ-системами.

Всі функціональні можливості роблять програмне рішення універсальним для застосування та дають переваги перед іншими програмними засобами. На рис. 1.6 зображено сторінку з аналітикою продажів.

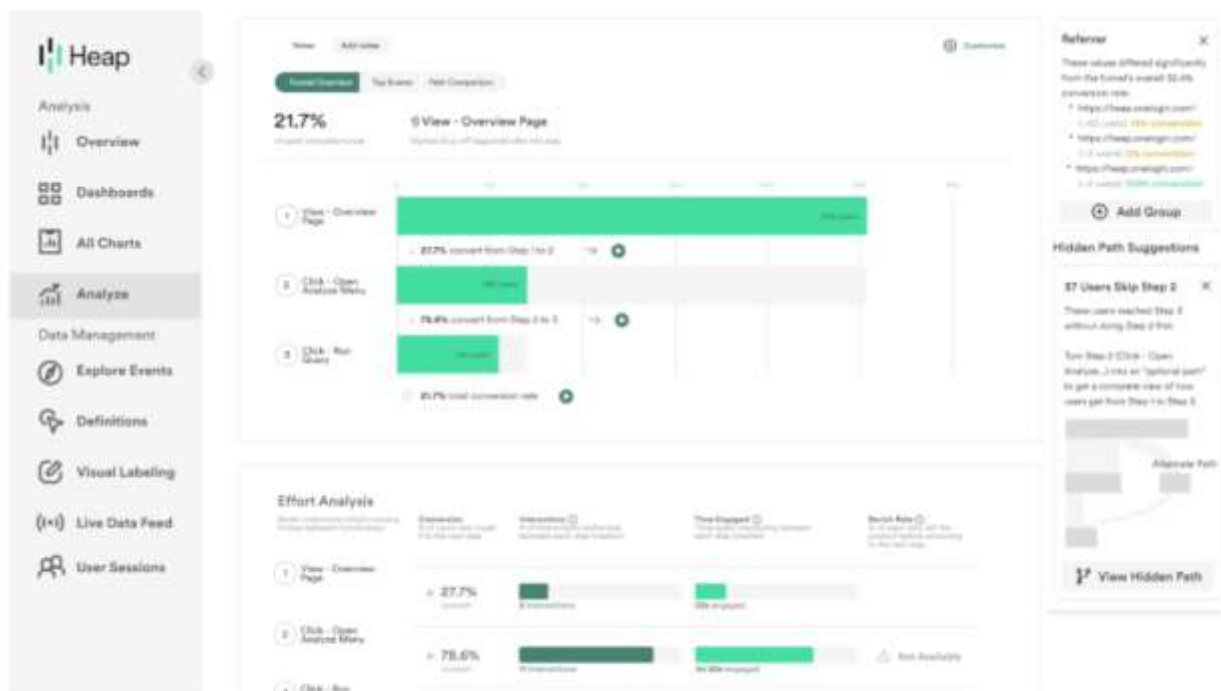


Рисунок 1.6 – Сторінка системи з аналітикою продажів

До переваг інформаційної системи "Неар" слід віднести:

- легкість використання та інтуїтивний інтерфейс, що не вимагає глибоких технічних знань;
- реальний час обробки даних та миттєвий доступ до інсайтів;
- потужні можливості візуалізації та сегментації, що полегшують виявлення патернів поведінки;
- підтримка складних омніканальних сценаріїв.

Серед недоліків системи виділяється:

- висока вартість підписки, особливо для розширених функцій та великих обсягів даних (від кількох тисяч доларів на рік залежно від плану);
- обмежені можливості глибокої інтеграції з певними legacy-системами або нестандартними платформами.

Це дає особливості для інтеграції такого рішення до ведення персоналізованого бізнесу, а також покращує системи динамічного аналізу. Бізнес який ґрунтується на постійному моніторингу та аналізі ефективності, є більш прогнозованим та створює

м'яку систему балансу в управлінні. Інформаційна система дозволяє аналізувати всі веб-компоненти, які приймають участь в роботі системи, рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Візуалізація активних веб-компонентів маркетплейсу

Підсумовуючи, використання сучасних інформаційних систем на кшталт Fondy.ua та Hear.io демонструє високу актуальність розвитку аналітичних та платіжних рішень у сфері електронного мерчандайзингу та оцінки покупцької спроможності. Такі інструменти дозволяють переходити від інтуїтивного управління до data-driven підходу, підвищувати точність прогнозів, оптимізувати торговельні процеси та забезпечувати персоналізований досвід для клієнтів, що є ключовим фактором конкурентоспроможності в сучасній електронній комерції.

### 1.3 Аналіз методів технічної аналітики торгових систем та попиту клієнтів

Класифікація купівельного попиту за купівельними намірами покупців відкриває значні можливості для цілеспрямованого впливу з боку продавця на поведінку споживача. Цей вплив реалізується як через інструменти реклами та

промоції, так і через методи безпосередньої взаємодії в точці продажу. За оцінками фахівців у сфері поведінкової економіки та ритейл-маркетингу, приблизно 20–30 % покупців (залежно від категорії товарів та регіону) виявляють високу чутливість до психологічного тиску, імпульсних стимулів та візуальної презентації асортименту. Саме тому в роздрібній торгівлі набуває критичного значення оптимальне розміщення товарів на торговельній залі, забезпечення максимальної доступності для огляду, тестування та примірки, створення оригінальної, яскравої та інформативної експозиції [7]. Сучасний мерчендайзинг, як комплексна дисципліна, спрямований саме на максимізацію впливу на купівельні рішення в момент безпосереднього контакту з товаром, що дозволяє суттєво підвищувати конверсію та середній чек. Методи вивчення попиту зображено на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Схема методів вивчення попиту на товарні групи

Диференціація попиту за місцем здійснення покупки становить особливий інтерес для компаній, які реалізують регіональний або географічно-орієнтований маркетинг. У багаторічній практиці роздрібної торгівлі значна частка мігруючого (мобільного) попиту зумовлена відсутністю необхідного асортименту в місцях постійного проживання споживачів. Окремо виділяється рекреаційний мобільний попит, пов'язаний з туристичними поїздками, відпочинком на курортах, сезонними міграціями. Виявлення та кількісна оцінка такого попиту є ключовим для ритейлерів, що спеціалізуються на туристичному, сувенірному, готельно-ресторанному та сезонному асортименті. Важливо не лише визначити загальний обсяг рекреаційного попиту, але й його географічні маршрути, сезонну динаміку, структуру та переваги за категоріями товарів. Крім того, дані про територіальну диференціацію попиту необхідні органам місцевого самоврядування та регіональним адміністраціям для ефективного регулювання споживчого ринку, розробки локальної товарної політики, планування інфраструктури торгівлі та запобігання дефіциту в окремих локаціях [8].

Аналіз попиту за ступенем його задоволення дозволяє торговельним мережам оперативно коригувати асортиментну матрицю, сервісну політику, логістичні параметри та промоційні активності. Такий підхід сприяє виявленню додаткових резервів зростання обсягів продажів, підвищення рівня задоволеності клієнтів та зниження втрат від нереалізованого попиту.

З метою ефективного контролю, моніторингу та прогнозування попиту в аналітиці продажів роздрібних систем традиційно виділяють види попиту за часовим горизонтом формування та пред'явлення на ринку:

- минулий (реалізований та нереалізований) попит — це попит, що вже мав місце в попередні періоди; його ретроспективна оцінка необхідна для виявлення стійких тенденцій, сезонних закономірностей, оцінки виконання планів реалізації, аналізу помилок у прогнозуванні та коригування базових моделей;
- поточний попит — попит, що формується та пред'являється в реальному часі; знання його обсягів і структури дозволяє миттєво вносити корективи в маркетингові заходи, ціноутворення, асортиментне наповнення полиць, промо-акції, що є ключовим елементом оперативного управління кон'юнктурою ринку;

– майбутній (прогнозований) попит — очікуваний попит на наступні періоди (тижні, місяці, квартали, роки); його прогнозування здійснюється з урахуванням виробничих можливостей, ринкових трендів, макроекономічних факторів, змін у поведінці споживачів та конкурентного середовища.

Зазначена класифікація попиту орієнтує маркетингову діяльність торговельної мережі на вибір адекватної товарної політики, цінової стратегії, конкурентних підходів, організацію цілеспрямованих рекламних та промоційних кампаній. Вона також забезпечує основу для багатопараметричної сегментації ринку та диференційованих заходів регулювання попиту залежно від його типу, еластичності та стадії життєвого циклу товару [9].

На формування та динаміку купівельного попиту в роздрібній торгівлі впливає комплекс взаємопов'язаних факторів:

- рівень розвитку виробництва та наявність товарної пропозиції;
- демографічні характеристики населення (чисельність, структура за віком, статтю, сімейним станом), культурний рівень, купівельна спроможність та доходи;
- національні, професійні, історичні, географічні та кліматичні особливості регіону;
- рівень цін на основний товар, взаємозамінні та доповнюючі продукти;
- обсяг вільного (диспозабельного) доходу домогосподарств;
- вплив моди, трендів та соціальних стандартів споживання;
- сезонність (сезон року, свята, погодні умови);
- споживчі очікування та прогнози щодо майбутніх змін цін, доходів, асортименту;
- інтенсивність та якість рекламних кампаній, промо-активностей, вплив соціальних мереж та відгуків.

Попит виступає центральним об'єктом маркетингу: переважна більшість інструментів та заходів спрямована саме на його виявлення, стимулювання, утримання та прогнозування. Вивчення попиту є початковим і фундаментальним етапом комплексного аналізу ринку, що дозволяє визначити його ключові

узагальнюючі характеристики: обсяг, структуру, динаміку, еластичність, географію та ступінь задоволеності.

Завдання управління маркетингом у роздрібній торгівлі полягає в активному, цілеспрямованому впливі на попит. Саме стан попиту (негативний, відсутній, прихований, повноцінний, надмірний тощо) визначає зміст, пріоритети та інструментарій маркетингової діяльності торговельної мережі [10].

Дослідження купівельного попиту передбачає систематичне вивчення структури потреб, смаків, мотивів, уподобань окремих груп споживачів, виявлення незадоволених потреб та причин їх виникнення. Комплексна оцінка купівельного попиту охоплює такі основні елементи:

- оцінку забезпеченості населення споживчими товарами в розрізі асортиментних груп та підгруп;
- визначення ступеня задоволеності поточного попиту;
- аналіз структури та динаміки купівельного попиту за категоріями товарів;
- виявлення ключових мотивів придбання конкретних товарів чи груп;
- вивчення споживчих уподобань щодо товарів (товарних груп), їх характеристик (якість, дизайн, функціональність, екологічність, бренд тощо);
- оцінку поточного попиту в реальному часі;
- аналіз незадоволеного попиту та причин його появи (відсутність товару, невідповідність розмірів/кольорів/моделей, ціна, якість);
- визначення цінової еластичності попиту за ключовими позиціями асортименту.

Вивчення поточного рівня купівельного попиту в роздрібному підприємстві доцільно проводити за структурованою схемою, що включає послідовні етапи збору, обробки та інтерпретації даних про продажі, запаси, поведінку покупців та зовнішні фактори.

Отримання актуальної інформації про стан та тенденції зміни попиту безпосередньо в торговельній мережі здійснюється за низкою напрямів: облік продажів (за інвентаризацією, оперативними даними, касовими чеками, щоденними реєстрами, спеціальними картками лояльності), аналіз товарних запасів та

оборотності, проведення покупцівських конференцій, ярмарків, виставок-продажів, опитувань, спостережень, експериментів, використання мережі торгових кореспондентів, панельного методу, вивчення в опорних підприємствах.

Вивчення попиту завжди має прогностичну спрямованість, однак базується на аналізі реалізованого та незадоволеного попиту минулих періодів як вихідної інформації для прогнозу. Методи їх вивчення відрізняються: реалізований попит оцінюється балансовим методом, за товарними ярликами, чеками, журналами продажів; незадоволений — прямим обліком запитів, контрольними листами, опитуваннями сімей, експертними оцінками, аналізом бюджетів домогосподарств.

Важливим елементом є виявлення причин незадоволеного попиту (асортиментні прогалини, цінові бар'єри, якість, сезонність) та їх ранжування за ступенем впливу для подальшої комерційної оптимізації [11,12].

Сучасні великі торговельні мережі доповнюють традиційні методи даними з CRM-систем, loyalty-програм, електронних чеків, геоаналітики, трекінгу поведінки в магазині та онлайн. Впровадження електронно-обчислювальної техніки та аналітичних платформ дозволяє не лише якісно вивчати, але й достовірно прогнозувати попит, що є критично важливим для ефективного управління запасами, асортиментом та цінами.

Формування цінових стратегій торговельного підприємства тісно пов'язане з видами та динамікою попиту. Ціна залишається одним із найпотужніших інструментів комплексу маркетингу, а ціноутворення — невід'ємною складовою маркетингової політики ритейлера.

Цінова стратегія визначається як вибір основного напрямку дій у сфері ціноутворення, що забезпечує досягнення стратегічних і тактичних цілей компанії в конкретних ринкових умовах. Основні завдання цінової стратегії в роздрібній торгівлі: максимізація прибутку при заданому обсязі продажів, зростання виручки, підвищення конкурентоспроможності, забезпечення цільової рентабельності.

Процес ціноутворення включає ключові етапи: постановку завдань (визначення цілей — виживання, максимізація прибутку, лідерство за часткою ринку чи якістю), оцінку попиту та його чутливості до ціни (еластичність), аналіз витрат (постійні та

змінні), вивчення цін і товарів конкурентів, вибір методу ціноутворення («витрати плюс», беззбитковість, цінність для споживача, поточні ціни, тендери), встановлення остаточної ціни з урахуванням ринкових коригувань.

Сучасні цінові стратегії в ритейлі з урахуванням видів попиту включають диференційоване ціноутворення (для різних сегментів), конкурентне (лідерство чи слідування), асортиментне (для пов'язаних товарів), стратегії знижок (на другому ринку, періодичні, випадкові), проникнення, «зняття вершків», сигналізації, географічні, набір/комплект, іміджові тощо. У практиці ритейлу ці стратегії комбінуються залежно від типу попиту (стабільний, сезонний, імпульсний, еластичний/нееластичний), стадії життєвого циклу товару, конкурентного середовища та загальних маркетингових цілей мережі.

Таким чином, глибоке розуміння та постійний аналіз видів попиту в аналітиці продажів торговельних систем є основою для ефективного регулювання асортименту, цін, промоцій та каналів збуту, що в кінцевому підсумку визначає конкурентоспроможність і стійкість роздрібного бізнесу в умовах динамічного ринку.

#### 1.4 Аналіз засобів розробки та реалізації інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах

З метою обґрунтованого вибору оптимальних технологічних засобів для реалізації інформаційно-аналітичної системи аналітики продажів у сучасних торговельних мережах проведено порівняльний аналіз трьох основних стеків веб-розробки: ASP.NET Core (на базі мови C#), JavaScript-екосистеми з фреймворками React та Angular (як основними інструментами фронтенду з можливістю використання Node.js на бекенді) та Laravel (фреймворк на базі PHP) [13].

Мова програмування C# разом із фреймворком ASP.NET Core становить потужну, зрілу та високопродуктивну платформу, розроблену компанією Microsoft. C# є строго типізованою, об'єктно-орієнтованою мовою з підтримкою мультипарадигменного програмування (ООП, функціональне, асинхронне), що забезпечує високу читабельність, безпеку та масштабованість коду. ASP.NET Core, як

кроссплатформний відкритий фреймворк, характеризується винятковою продуктивністю (один із лідерів у бенчмарках TechEmpower за кількістю запитів на секунду), вбудованою підтримкою асинхронного вводу-виводу, модульною архітектурою, інтеграцією з контейнерами (Docker, Kubernetes), хмарними сервісами Azure та потужними інструментами розробки (Visual Studio). Цей стек особливо ефективний для створення високонавантажених систем з інтенсивною обробкою даних, API, мікросервісів та корпоративних рішень, де критичними є надійність, безпека, типізація та довгострокова підтримка.

JavaScript як універсальна мова (із TypeScript для посилення типізації) разом із бібліотеками/фреймворками React (розробка Meta) та Angular (Google) домінує в сучасній фронтенд-розробці та дедалі частіше використовується для повноцінних full-stack рішень (з Node.js на бекенді). React забезпечує компонентний підхід, віртуальний DOM, високу інтерактивність та ефективне оновлення інтерфейсу, що ідеально підходить для динамічних, персоналізованих дашбордів аналітики продажів. Angular пропонує повноцінний фреймворк з вбудованими механізмами маршрутизації, форм, RxJS, dependency injection та строгою структурою, що полегшує розробку великих, складних SPA-додатків. Node.js на серверній стороні забезпечує єдину мову на всьому стеку, високу конкурентність завдяки event-driven моделі, швидку розробку та величезну екосистему npm. Цей підхід вирізняється гнучкістю, швидкістю ітерацій, великим пулом розробників та можливістю створення реального часу функціональності (наприклад, live-оновлення дашбордів) [14].

Laravel є одним із найпопулярніших фреймворків на базі PHP, що вирізняється елегантним синтаксисом, принципом «зручність для розробника перш за все», потужним ORM (Eloquent), вбудованими інструментами для маршрутизації, автентифікації, черг, міграцій, шаблонізації (Blade) та тестування. Фреймворк пропонує швидку розробку MVP та середньомасштабних систем, активну спільноту, багату документацію та численні пакети (Laravel Nova, Livewire, Inertia.js для сучасного фронтенду). Він добре підходить для проєктів з інтенсивною роботою з базами даних, CRUD-операціями, e-commerce функціоналом та контент-орієнтованими системами, де важливі швидкість запуску та низький поріг входження.

Порівняльний аналіз трьох стеків дозволяє виокремити їхні сильні та слабкі сторони в контексті створення інформаційної системи аналітики продажів торговельних мереж [15,16]:

- ASP.NET Core (C#) вирізняється найвищою продуктивністю та масштабованістю для високонавантажених сценаріїв (обробка великих обсягів транзакційних даних, складна аналітика, інтеграція з BI-системами), сильною типізацією, вбудованою безпекою, довгостроковою підтримкою Microsoft та ефективністю в enterprise-середовищі. Обмеження: вищий поріг входження, менша гнучкість у швидких прототипах, залежність від .NET-екосистеми.

- JavaScript-екосистема (React/Angular + Node.js) забезпечує максимальну гнучкість, швидкість розробки та ітерацій, єдину мову на фронтенді та бекенді, високу інтерактивність інтерфейсів (критично для дашбордів, візуалізації продажів), величезну екосистему та великий ринок фахівців. Переваги в реальному часі оновленнях та персоналізованих UI. Обмеження: менша продуктивність у CPU-інтенсивних задачах порівняно з компільованими мовами, потенційна складність управління великими проектами без TypeScript та строгих практик.

- Laravel (PHP) пропонує швидку розробку, елегантний код, вбудовані інструменти для типових задач ритейлу (управління асортиментом, замовленнями, аналітикою), низькі витрати на старті та сильну спільноту. Обмеження: нижча продуктивність порівняно з ASP.NET Core та Node.js у високонавантажених сценаріях, менша ефективність для складної реальної часу аналітики та великих даних.

У контексті створення сучасної інформаційно-аналітичної системи аналітики продажів, яка передбачає обробку великих обсягів даних, реальної часу дашборди, персоналізацію, інтеграцію з платіжними системами, CRM, WMS та високі вимоги до продуктивності й масштабованості, найбільш ефективним вибором є JavaScript-екосистема з React (або Angular) на фронтенді та Node.js (або гібрид з ASP.NET Core для критичних бекенд-частин). Цей стек забезпечує оптимальний баланс між швидкістю розробки, інтерактивністю інтерфейсу, гнучкістю масштабування та

доступністю кваліфікованих фахівців, що є ключовим для динамічного ритейл-середовища [17].

Висновок: вибір технологічного стеку має ґрунтуватися на конкретних вимогах проєкту (обсяг даних, навантаження, терміни, бюджет, наявність команди), однак у 2026 році JavaScript-центричний підхід з React/Angular та Node.js демонструє найбільшу адаптивність і конкурентоспроможність для інноваційних систем аналітики продажів у торговельних мережах, забезпечуючи швидку адаптацію до змін ринку та потреб споживачів.

### 1.5 Аналіз систем збереження та керування даними для інформаційних систем з оцінки ефективності продажів в торгових системах

Серед сучасних систем управління базами даних (СУБД), що активно застосовуються в розробці інформаційно-аналітичних рішень для торговельних мереж, особливе місце посідають MongoDB, MySQL та PostgreSQL. Ці платформи є одними з найпоширеніших і найбільш зрілих інструментів, які задовольняють різноманітні вимоги до зберігання, обробки та аналізу даних у роздрібній торгівлі та електронній комерції.

MongoDB — це документ-орієнтована NoSQL-база даних, що використовує модель гнучких BSON-документів (бінарний JSON-подібний формат). Така архітектура забезпечує високу адаптивність до змінних структур даних, що є характерним для сучасних ритейл-систем: логування подій покупок, персоналізовані рекомендації, сесії користувачів, дані з IoT-датчиків у магазинах тощо. MongoDB підтримує горизонтальне масштабування через шардинг і реплікацію, що дозволяє ефективно обробляти високі навантаження та великі обсяги даних у реальному часі [18-20].

Сильні сторони MongoDB:

- гнучка схема даних без необхідності попереднього визначення структури, що полегшує швидку ітерацію в agile-розробці;

- висока продуктивність при операціях запису та читання для неструктурованих і напівструктурованих даних;
- вбудована підтримка геопросторових запитів, повнотекстового пошуку та агрегаційних пайплайнів, корисних для аналізу продажів за локаціями чи сегментами;
- ефективне горизонтальне масштабування для високонавантажених систем.

#### Обмеження:

- обмежена підтримка багатодокументних ACID-транзакцій у ранніх версіях (хоча з 4.0+ транзакції покращені, вони все ще менш ефективні для складних реляційних операцій);
- відсутність нативних JOIN-операцій, що вимагає денормалізації даних або альтернативних підходів;
- відносно висока витрата оперативної пам'яті для кешування та індексів.

MySQL — класична реляційна СУБД з відкритим вихідним кодом (InnoDB як основний двигун), що забезпечує повну ACID-сумісність, високу стабільність і широку сумісність. Вона залишається стандартом для багатьох e-commerce-платформ, CMS та традиційних OLTP-систем у ритейлі.

#### Сильні сторони MySQL:

- перевірена часом надійність і стабільність для транзакційних навантажень (замовлення, платежі, інвентаризація);
  - висока швидкодія при простих CRUD-операціях і читанні великих обсягів даних;
  - величезна екосистема інструментів, бібліотек та хмарних сервісів (AWS RDS, Google Cloud SQL тощо);
  - низький поріг входження та велика спільнота.
- Обмеження:
- обмежена гнучкість у роботі з неструктурованими даними (хоча JSON-підтримка покращена);

- вертикальне масштабування як основний шлях зростання (горизонтальне можливе, але складніше);

- менш потужні аналітичні можливості порівняно з PostgreSQL.

PostgreSQL — об'єктно-реляційна СУБД з розширеними можливостями SQL, що поєднує сильні сторони реляційних баз з підтримкою NoSQL-подібних функцій (JSON/JSONB, масиви, hstore, повнотекстовий пошук, геопросторові розширення PostGIS). Вона ідеально підходить для складних аналітичних запитів, змішаних OLTP/OLAP-навантажень і систем, де потрібна строга цілісність даних.

Сильні сторони PostgreSQL:

- повноцінна підтримка ACID-транзакцій, складних JOIN, віконних функцій, CTE та аналітичних агрегатів;
- потужна робота з JSONB (бінарний JSON), що дозволяє гібридне зберігання структурованих і неструктурованих даних;
- висока розширюваність через кастомні типи, функції, індекси (BRIN, GIN, GiST) та розширення;
- ефективне вертикальне та горизонтальне масштабування (з Citus для розподілених кластерів);
- відмінна продуктивність у складних аналітичних сценаріях (продажі за сегментами, часовими рядами, прогнозування).
- Обмеження:
- вища вимогливість до ресурсів (пам'ять, CPU) порівняно з MySQL для простих операцій;
- складніша конфігурація та оптимізація для максимальної продуктивності;
- дещо повільніше горизонтальне масштабування без додаткових розширень порівняно з MongoDB.

Порівняльний аналіз у контексті аналітики продажів торговельних мереж (високі обсяги транзакційних даних, реального часу моніторинг, персоналізована аналітика, комбінація структурованих і напівструктурованих даних) свідчить про еволюцію переваг. Хоча MongoDB зберігає лідерство в сценаріях з високою

гнучкістю схеми, швидким прототипуванням і горизонтальним масштабуванням для великих даних, PostgreSQL дедалі частіше визнається універсальнішим рішенням для більшості реальних ритейл-застосувань. Він ефективно поєднує реляційну строгість (для транзакцій, інвентаризації, звітності) з гібридними можливостями (JSONB для подій, рекомендацій, логів), потужними аналітичними функціями та розширеннями, що робить його оптимальним для комплексних систем аналітики продажів [21,22].

Таким чином, для розробки сучасної інформаційно-аналітичної системи аналітики продажів торговельних мереж PostgreSQL є найбільш збалансованим і перспективним вибором. Він забезпечує високу надійність, продуктивність у змішаних навантаженнях, гнучкість у роботі з різнорідними даними та потужні інструменти для бізнес-аналітики, що відповідає ключовим вимогам омніканального ритейлу: точність транзакцій, глибина аналітики та масштабованість без надмірної складності. MongoDB залишається доречним для специфічних задач з високою варіативністю даних і реального часу (наприклад, сесійні дані, рекомендаційні двигуни), тоді як MySQL підходить для класичних OLTP-систем з обмеженим аналітичним навантаженням.

## 1.6 Мета кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної аналітичної системи для оцінки ефективності продажів у сучасних торговельних мережах. Головною функціональною логікою є використання гібридного підходу до аналізу транзакційних і поведінкових даних, що поєднує методи асоціативного аналізу, прогнозування часових рядів, сегментацію клієнтів та оцінку впливу мерчандайзингових рішень. Така система є платформою для підтримки прийняття управлінських рішень, оптимізації асортиментної політики, підвищення ефективності продажів і вдосконалення торговельних процесів.

Завданнями роботи є:

- аналіз сучасних підходів та концепцій у сфері аналітики продажів, збору, інтеграції та обробки транзакційних і поведінкових даних у роздрібній торгівлі;
- аналіз існуючих програмних рішень у сфері аналітики продажів і мерчандайзингу та визначення їх переваг і недоліків;
- аналіз методів і алгоритмів обробки даних, зокрема асоціативного аналізу, прогнозування, сегментації клієнтів та оцінки ефективності торговельних рішень;
- розробити концепцію інформаційної системи оцінки ефективності продажів;
- розробити логіку функціонування системи збору, інтеграції, обробки та аналізу різнорідних даних;
- розробити архітектурну модель інформаційної системи з використанням UML-діаграм та визначенням принципів масштабування;
- розробити та описати інтерфейс інформаційної системи для забезпечення ефективної взаємодії користувачів з аналітичними результатами.

Розроблена концепція системи дозволяє здійснювати комплексний аналіз продажів, оцінювати ефективність мерчандайзингових рішень, прогнозувати попит та підвищувати обґрунтованість управлінських рішень у сфері роздрібно торгівлі.

## 1.7 Висновки до першого розділу

У результаті проведеного комплексного аналізу предметної галузі аналітики продажів у сучасних торговельних системах було сформовано цілісне уявлення про актуальні підходи до створення спеціалізованих інформаційно-аналітичних рішень у сфері роздрібно торгівлі та електронної комерції. Дослідження охопило вивчення теоретичних основ аналізу купівельного попиту, класифікації його видів, методів оцінки ефективності мерчандайзингу, сучасних практик омніканального та персоналізованого продажу, а також порівняльний аналіз провідних програмних платформ і сервісів, орієнтованих на збір, обробку, прогнозування та використання даних про поведінку споживачів, продажі та ефективність торговельних процесів.

Встановлено, що стрімке зростання обсягів транзакційних і поведінкових даних, ускладнення асортиментних матриць, розширення кількості каналів взаємодії з клієнтом та підвищення вимог до персоналізації пропозицій і швидкості реагування зумовлюють необхідність переходу від фрагментованих інструментів до інтегрованих інформаційно-аналітичних екосистем. Такі системи поєднують методи бізнес-аналітики, великих даних, машинного навчання, предиктивного моделювання, реального часу обробки подій та візуалізації результатів для підтримки стратегічних і тактичних рішень у ритейлі.

На основі проведеного дослідження сформульовано узагальнену концепцію перспективної інформаційно-аналітичної системи аналітики продажів торговельних мереж, орієнтованої на інтеграцію сучасних методів обробки великих даних, штучного інтелекту, предиктивної та прескриптивної аналітики, омніканальної інтеграції та інтерактивної візуалізації. Така система має забезпечувати повний цикл роботи — від автоматизованого збору та валідації даних з усіх каналів продажу до формування аналітичних висновків, рекомендацій та автоматичного запуску коригувальних дій у процесі щоденного управління торгівлею.

## 2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ В ТОРГОВИХ СИСТЕМАХ

### 2.1 Розробка логіки аналізу торгової ефективності для торгівельних мереж

Ринок як економічна категорія передбачає взаємодію двох ключових сторін: з одного боку — це система відносин між суб'єктами господарювання (виробниками, посередниками, споживачами), з іншого — комплексний елемент ринкової економіки, що охоплює сфери виробництва товарів, їх розподілу, обміну та кінцевого споживання, а також механізми планування, регулювання та координації економічних процесів. У сучасних умовах господарювання актуальність проблеми прогнозування суттєво зросла через високу динамічність, невизначеність і турбулентність зовнішнього середовища. За останнє десятиліття передбачуваність ринкових змін значно знизилася, що робить прогнозування не лише важливою, а й практично неминучою функцією управління на рівні підприємства — як у явній, так і в неявній формі.

Метою маркетингового прогнозування є стимулювання керівництва до систематичного осмислення поточних і перспективних змін зовнішнього середовища, оцінки їхніх потенційних наслідків та формування проактивної реакції на ці зміни. Прогнозування сприяє підвищенню адаптивності менеджменту, забезпечує швидке реагування на нові виклики та можливості, а також слугує основою для стратегічного й тактичного планування. Кінцева кількісно вимірювана мета прогнозування полягає в забезпеченні зростання обсягів продажів у поточному періоді, прискоренні розвитку підприємства та зміцненні його фінансової стійкості.

Зростання обсягів реалізованої продукції та послуг, а також збільшення грошових надходжень є визначальними індикаторами ефективності господарської діяльності. Основними завданнями маркетингового прогнозування ринку є:

- виявлення кон'юнктурних і стратегічних тенденцій еволюції купівельного попиту на середньо- та довгострокову перспективу;

- моделювання впливу ключових факторів на динаміку та структуру попиту;
- оцінка перспективних конкурентних переваг підприємства в умовах розвитку ринку.

Метою аналізу ринку в маркетинговому контексті є прогнозування попиту, обґрунтування доцільності інвестицій у розробку та впровадження нових товарів і послуг, а також оцінка потенціалу розвитку ринку в майбутньому. Методи маркетингового прогнозування широко застосовуються для аналізу ринкової ситуації, розробки концепцій розвитку підприємства та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

У маркетингових дослідженнях використовується низка видів прогнозування, серед яких найпоширенішими є:

- прогнозування впровадження нових технологій, товарів і послуг з метою оцінки потенційного обсягу їх реалізації в перший рік присутності на ринку;
- прогнозування цінової динаміки для визначення загальної траєкторії цін та її впливу на попит і прибутковість;
- прогнозування структури ринку для оцінки співвідношення попиту та пропозиції, а також рівня ринкової активності;
- прогнозування поведінки споживачів і замовників щодо конкретних товарів чи послуг;
- прогнозування обсягів збуту (товарної пропозиції, яку підприємство планує реалізувати);
- прогнозування балансу попиту та пропозиції на наступних етапах життєвого циклу ринку.

Витрати на дослідження та розробку нових товарів і послуг є значними, тому прогнозування ємності ринку становить одну з найскладніших і найвідповідальніших завдань. При прогнозуванні нових продуктів необхідно враховувати реакцію цільової аудиторії, потенціал товару, результати тестових продажів, конкурентні пропозиції та можливості диференціації (зокрема через упаковку, дизайн, позиціонування). При прогнозуванні цін ключовими є такі ціноутворюючі фактори:

- поведінка споживачів (закон попиту, цінова еластичність, сегментація, наявність товарів-замінників, значущість товару);
- державне регулювання (фіксовані ціни, цінові обмеження, мінімальні роздрібні ціни);
- учасники каналів розподілу (маржа кожного рівня ланцюга постачань);
- конкурентне середовище (контроль цін ринком, домінуючими гравцями чи державою);
- структура витрат (прогноз змін собівартості, що безпосередньо впливає на цінову політику).

Однією з центральних характеристик ринку товарів народного споживання є його ємність — обсяг попиту на товари та послуги, виражений у грошовому або натуральному вимірі та забезпечений платоспроможністю населення. Прогноз ємності ринку дозволяє виробнику планувати обсяги виробництва, оцінювати перспективність сегменту та оптимізувати ресурсне забезпечення. Ємність ринку прямо залежить від товарної пропозиції, рівня оптових і роздрібних цін, а також платоспроможного попиту населення: зростання реальних доходів підвищує платоспроможність і, відповідно, ємність ринку.

Важливим напрямом маркетингового прогнозування є вивчення та моделювання поведінки споживачів. У різних галузях економіки моделі прийняття рішень про покупку суттєво відрізняються — від рутинних повсякденних покупок до складних, рідкісних або імпульсивних рішень. Маркетингові дослідження дозволяють оцінити й спрогнозувати реакцію споживачів на маркетингові стимули, визначити ключові критерії вибору товару чи послуги, а також основні вигоди, які очікує цільова аудиторія.

Прогноз збуту відображає планований обсяг реалізації товарів і послуг з урахуванням як контрольованих (внутрішніх), так і неконтрольованих (зовнішніх) факторів. При цьому особливу увагу слід приділяти купівельній спроможності населення, яку необхідно прогнозувати окремо. Прогноз збуту має бути сегментованим — за групами споживачів, товарними категоріями та каналами збуту. Купівельний попит характеризується періодичністю, що дозволяє класифікувати його

на повсякденний, періодичний, рідкісний та імпульсивний. Сучасні умови прогнозування купівельної спроможності ускладнені інфляційними процесами, волатильністю валютних курсів, нерівномірністю доходів населення та іншими дестабілізуючими факторами.

Короткострокові прогнози є більш точними завдяки можливості чіткого врахування ключових факторів впливу. Середньо- та довгострокові прогнози супроводжуються значним зростанням невизначеності та кількості сценаріїв, тому потребують агрегації даних за товарними групами та типами послуг; рівень деталізації прямо залежить від горизонту прогнозування.

Методи маркетингового прогнозування поділяються на евристичні та економіко-математичні. Евристичні методи базуються на інтуїції, досвіді та творчому мисленні експертів, що зумовлює суб'єктивність і варіативність результатів. До них належать:

- соціологічні опитування;
- вивчення купівельних намірів;
- пов'язаний аналіз;
- експертні оцінки.

Економіко-математичні методи забезпечують об'єктивність, відтворюваність і кількісну вимірюваність результатів. Вони ґрунтуються на побудові математичних моделей (переважно регресійних, часових рядів, економетричних), які описують залежність цільового показника від множини факторів. Побудова багатofакторної моделі передбачає:

- ідентифікацію основних факторів впливу;
- кількісну оцінку ступеня їхнього впливу;
- вибір адекватної математичної форми моделі;
- розрахунок параметрів моделі;
- оцінку її адекватності та прогностичної точності.

Маркетинг як система координації ринкових процесів забезпечує взаємовигідний обмін між суб'єктами ринку, сприяє виявленню та задоволенню потреб споживачів. Маркетингові дослідження та прогнозування відіграють ключову

роль у вивченні наявної товарної пропозиції, прогнозуванні динаміки ринку, формуванні попиту на інноваційні товари та послуги, а також у стимулюванні їх ефективного розподілу та реалізації. У сучасних умовах високої невизначеності та конкуренції систематичне маркетингове прогнозування стає невід'ємним елементом стратегічного управління торговельними системами та забезпечення їхньої довгострокової конкурентоспроможності.

## 2.2 Моделі управління та оптимізації торговельних процесів у сучасних ритейл-системах

Систематично сплановані та реалізовані заходи з оптимізації торговельних процесів у сучасних роздрібних системах, зокрема в межах аналітики продажів та управління мерчандайзингом, передбачають чітку структурованість і послідовність етапів. Ці заходи можна поділити на три основні фази:

- діагностичний етап: аналіз поточного стану торговельної точки (фізичної чи цифрової), виявлення вузьких місць, проблемних зон і резервів підвищення ефективності, а також формування плану подальших дій;
- впровадження заходів: безпосереднє застосування інструментів мерчандайзингу, включаючи планограмування, зонування торговельного простору, розміщення POS-матеріалів, крос-мерчандайзинг, персоналізацію викладки та оптимізацію шляхів руху покупця;
- оцінний етап: моніторинг і кількісна/якісна оцінка отриманих результатів.

Для об'єктивної оцінки ефективності впроваджених заходів необхідно розробити та застосовувати чітко визначену систему критеріїв (KPI), що охоплює як економічні, так і поведінкові (соціально-психологічні) показники. Економічні критерії базуються на фінансово-аналітичних методах і дозволяють кількісно оцінити вплив заходів на ключові показники результативності: обсяг продажів, середній чек, маржинальність, оборотність запасів, конверсію відвідувачів у покупців тощо. Поведінкові (соціальні) критерії включають інструменти опитування (анкети, NPS,

CSAT), аналіз відгуків, трекінг поведінки покупців (heat maps, eye-tracking, дані з камер і сенсорів), оцінку задоволеності сервісом та рівня залученості персоналу.

Методика оцінки ефективності інструментів мерчандайзингу в аналітиці продажів торговельних систем передбачає наступну послідовність етапів (рис. 1.1):

- розробка концепції мерчандайзингу та відповідної системи оцінки ефективності (визначення цільових KPI, базових і контрольних значень, періодичності моніторингу);
- впровадження стандартів мерчандайзингу в операційну діяльність торговельної мережі (планограми, регламенти викладки, принципи зонування, вимоги до POS-матеріалів);
- оперативний контроль та оцінка результативності заходів за затвердженими критеріями (щоденний/щотижневий моніторинг ключових метрик);
- комплексний аналіз отриманих показників (порівняння фактичних значень з плановими, виявлення кореляцій між заходами мерчандайзингу та динамікою продажів, врахування зовнішніх факторів);
- формування рекомендацій щодо коригування або вдосконалення стандартів мерчандайзингу (оновлення планограм, перерозподіл площ, зміна асортиментної матриці, посилення промо-зон тощо).

Одним із найбільш доступних, оперативних і інформативних методів оцінки ефективності торговельного простору та мерчандайзингових рішень є аналіз структури касових чеків (receipt basket analysis). Цей метод вирізняється простотою збору та обробки даних (використання касових систем, ERP, BI-платформ), низькими витратами та високою практичною цінністю. Аналіз структури чеків дозволяє вирішувати низку ключових завдань аналітики продажів:

- кількісну оцінку ефективності використання торговельних площ і зон викладки;
- діагностику асортиментної політики та цінового позиціонування торговельної точки;
- сегментацію покупців за структурою кошика та аналіз купівельних патернів різних груп;

- виявлення найбільш затребуваних товарів (топ-позиції в чеках, у великих чеках, у певні години/дні);
- ідентифікацію спільно купованих товарів (cross-sell opportunities) та формування рекомендацій щодо крос-мерчандайзингу;
- оцінку впливу мерчандайзингу на зростання середнього чека та кількості позицій у чеку.

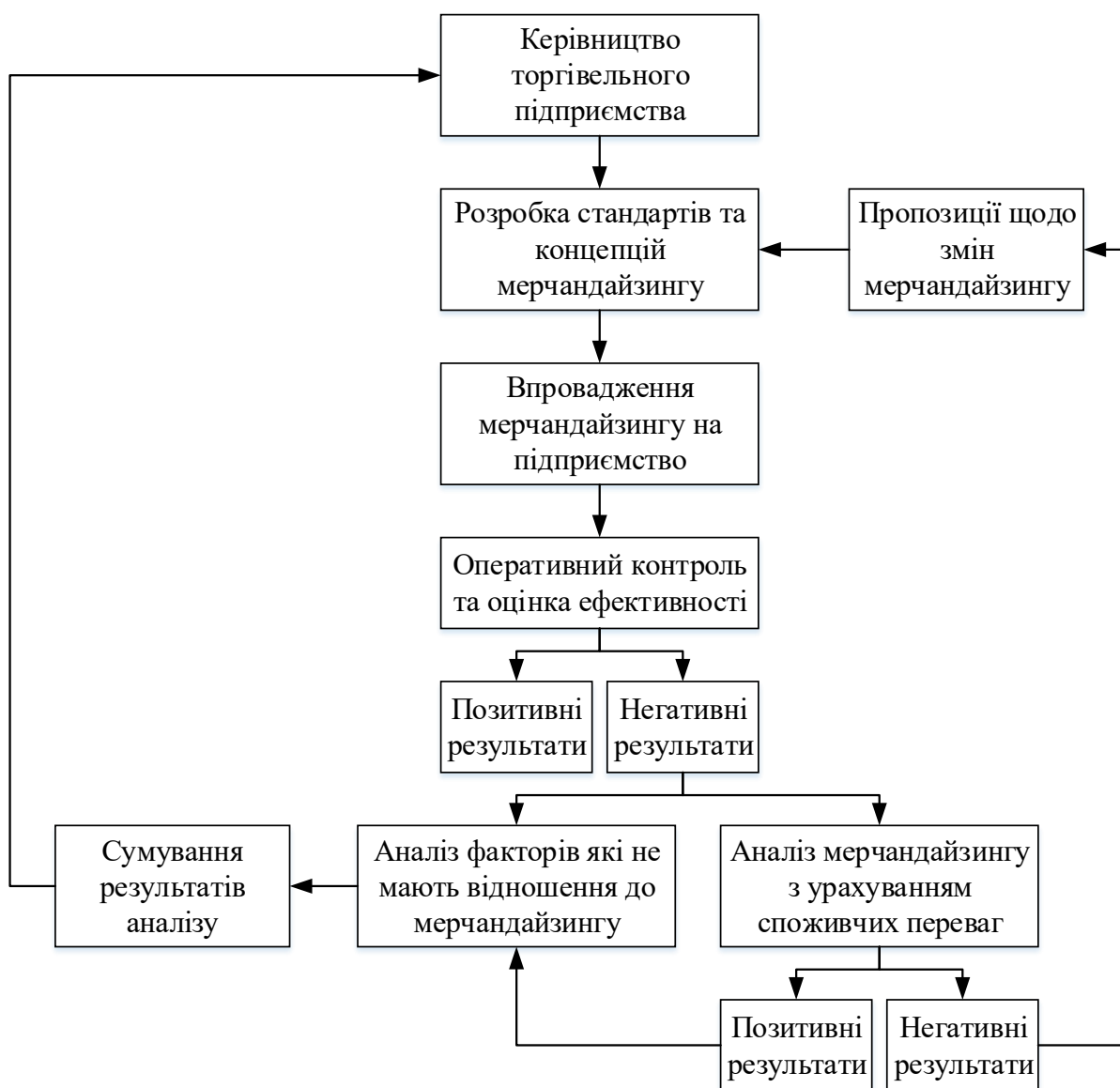


Рисунок 2.1 – Схема аналізу ефективності оцінки торгової діяльності

Показник середньої кількості позицій (SKU) у чеку є одним із прямих індикаторів успішності торговельного простору в стимулюванні комплексних покупок. Водночас слід враховувати, що можливості мерчандайзингу обмежені

операційним рівнем: мерчендайзер управляє викладкою, POS-матеріалами, зонуванням і промо-зонами, тоді як більш глобальні фактори (архітектура маршрутів руху, освітлення, колірне рішення, загальний дизайн магазину) визначаються на етапі проєктування та реконструкції.

Ситуацію в торговельній точці можна вважати задовільною, якщо частка чеків з низькою кількістю позицій (1–3 SKU) або з невеликою сумою становить незначний відсоток від загальної кількості транзакцій. Однак аналіз виключно за кількістю позицій недостатній: необхідно проводити сегментацію чеків за сумою покупки (наприклад, низький, середній, високий чеки), що дозволяє виявити патерни, коли покупки задовольняють базові потреби (основні товари), але ігнорують імпульсні та супутні позиції. Діапазони сум чеків підлягають періодичному перегляду з урахуванням інфляції, змін асортименту, сезонності та конкурентного середовища.

Інтерпретація результатів аналізу структури чеків є висококонтекстуальною та залежить від низки факторів:

- формат і товарна спеціалізація торговельної точки;
- цінові діапазони в категоріях;
- структура асортименту (глибина, ширина, брендовий vs. private label);
- профіль цільової аудиторії;
- сезонність та поточний сезон;
- площа та конфігурація торговельного залу;
- локація магазину та конкурентна ситуація;
- режим роботи;
- наявність великих/постійних клієнтів;
- співвідношення національних брендів і локальних товарів;
- якість логістики та постачань;
- рівень мотивації та кваліфікації персоналу;
- загальна цінова політика та стратегічні пріоритети мережі.

Рекомендується проводити аналіз структури чеків не рідше одного разу на місяць; при квартальному чи річному огляді дані слід розбивати помісячно для виявлення динаміки. Аналіз не є самоціллю: його цінність полягає в правильній

інтерпретації результатів, формуванні обґрунтованих висновків та впровадженні коригувальних заходів.

У разі виявлення незадовільних показників (низька кількість позицій у чеку, переважання дрібних/середніх покупок без імпульсних товарів) мерчендайзеру та аналітику слід звернути увагу на такі потенційні причини:

- неефективне розміщення основних (цільових) товарів — покупець швидко знаходить необхідне, минаючи інші зони;
- недостатня видимість або відсутність імпульсних/супутніх товарів у зонах високої уваги;
- слабка крос-мерчендайзингова викладка (відсутність логічних зв'язок між категоріями);
- неоптимальний асортимент або викладка в зонах імпульсних покупок;
- завищені ціни відносно локального ринку або невідповідність асортименту купівельній спроможності аудиторії;
- низька якість обслуговування (надмірно нав'язливі або, навпаки, пасивні консультанти, агресивна охорона, що скорочує час перебування в залі).

Таким чином, інтеграція аналізу структури чеків у систему аналітики продажів торговельних мереж забезпечує об'єктивну оцінку результативності мерчендайзингу, виявлення резервів зростання середнього чека та конверсії, а також формує емпіричну основу для постійного вдосконалення торговельних процесів і підвищення загальної ефективності продажів.

## 2.3 Розробка логіки аналізу даних в торговельних системах і оцінці ефективності продажів

Модель множинної регресії є природним розвитком моделі парної регресії і є її безпосереднім розширенням. Модель множинної регресії виникає тоді, як у моделі

регресії використовується кілька незалежних змінних, замість однієї. Прикладом використання подібної моделі може бути вивчення залежності ціни на предмет одягу від якості матеріалів, з яких він зроблений, кваліфікація швачки, популярності бренду, витрат на логістику та інших.

У разі, коли ми оцінюємо модель множинної регресії, маємо ряд супутніх завдань, пов'язаних з її побудовою. По-перше, нам необхідно розмежувати вплив однієї незалежної змінної на залежну та вплив інших незалежних змінних. По-друге, виникає потреба вирішити проблему специфікації моделі. Зазвичай ми припускаємо, що кілька змінних впливають на залежну змінну, але деякі з них можуть не підходити, і тоді слід зробити вибір, які змінні включати в рівняння регресії, а які виключити.

У загальному вигляді модель множинної регресії можна записати так:

$$y_t = \beta_1 + \beta_{t2}x_{t2} + \dots + \beta_k x_{tk} + \varepsilon_t, \quad (2.1)$$

де  $y_t$  – залежна змінна,  $\beta_1$  – вільний член, який визначає значення  $y_t$ , коли всі пояснюючі змінні рівні 0. Але ми розуміємо, що фактори часто не можуть набувати нульових значень за своїм економічним змістом, тому значення вільного члена не несе в собі смислового навантаження.  $\beta_t$  – коефіцієнти, рівні приватним похідним результативної ознаки  $y_t$  за відповідними факторами.  $x_{tp}$  – значення регресора  $x_p$  у спостереженні  $t$ . Розмір  $\varepsilon$  є випадкову помилку регресійної залежності,  $t=1, \dots, n$ .

Отримання оцінок параметрів  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  рівняння регресії є одним із найважливіших завдань множинного регресійного аналізу. Найпоширенішим методом її вирішення є метод найменших квадратів. Його суть полягає в мінімізації суми квадратів відхилень значень залежної змінної  $y$ , що спостерігаються, від її значень  $\hat{y}$ , одержуваних за рівнянням регресії. Оскільки параметри є випадковими величинами, визначити їх справжні значення вибірки неможливо. Тому замість теоретичного рівняння регресії ми можемо оцінити емпіричне рівняння регресії, яке представляється у вигляді:

$$y = b_1 + b_{t2}x_{t2} + \dots + b_{tk}x_{tk} + e, \quad (2.2)$$

де  $b_{t1}, b_{t2}, \dots, b_{tk}$  – оцінки теоретичних значень  $\beta_{t1}, \beta_{t2}, \dots, \beta_{tk}$  або емпіричні коефіцієнти регресії,  $e$  – оцінка відхилення  $\varepsilon$ .

В основі моделі множинної регресії лежать такі «передумови:

- $y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \dots + \beta_k x_{tk} + \varepsilon_t, t=1, \dots, n$  – специфікація моделі.
- $x_{t1}, \dots, x_{tk}$  – детерміновані вершини. Вектори  $x_s = (x_{1s}, \dots, x_{ns})'$ ,  $s=1, \dots, k$  лінійно залежні в  $R^n$ .
- $E\varepsilon_t = 0, E(\varepsilon_t^2) = V(\varepsilon_t) = \sigma^2$  – не залежить від  $t$ .
- $E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0$  при  $t \neq s$  – статистична незалежність (некорельованість) помилок для різних спостережень.
- Помилки  $\varepsilon_t, t=1, \dots, n$  мають спільний нормальний розподіл:  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$

Що стосується моделі множинної регресії, ми вибираємо значення коефіцієнтів регресії те щоб забезпечити найкраще відповідність спостереженням з метою отримати оптимальні оцінки для невідомих істинних значень параметрів. Оцінка оптимальності відповідності визначається мінімізацією суми квадратів залишків:

$$S = e_1^2 + \dots + e_n^2, \quad (2.3)$$

де  $e_i$  є залишком у спостереженні  $i$ , різницею між фактичним значенням  $y$  та значенням  $\hat{y}$ , прогнозоване за рівнянням регресії:

$$\hat{y}_i = b_1 + b_2 x_{i2} + \dots + b_k x_{ik}; \quad (2.4)$$

$$e_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - b_1 - b_2 x_{i2} - \dots - b_k x_{ik}, \quad (2.5)$$

Для практичного застосування цих знань краще використовувати комп'ютер.

Після того, як ми збудували модель, нам необхідно провести аналіз її якості.

Відразу після побудови регресії ми перевіряємо кожен коефіцієнт на значущість, тобто впливає він значно за залежну змінну. Статистична значимість

параметрів множинної лінійної регресії з  $p$  факторами перевіряється з урахуванням  $t$  – статистики. Її можна розрахувати за формулою:

$$t_a = \frac{b_i}{m_{b_i}}, \quad (2.6)$$

де  $m_a$  – это стандартная ошибка параметра  $b_i$ .

Отримана за формулою  $t$  – статистика деякого параметра  $b_i$  має розподіл Стюдента з числом ступенів свободи  $(n-p-1)$ . При необхідному рівні значимості ця статистика порівнюється з критичною точкою розподілу Стюдента  $t(\alpha; n-p-1)$ .

Якщо  $|t| > t(\alpha; n-p-1)$ , то відповідний параметр вважається статистично значущим, а нульова у тому, що параметр  $b_i = 0$  відкидається.

Інакше, коли  $|t| < t(\alpha; n-p-1)$  змінна вважається незначною, а нульова гіпотеза, що  $b_i = 0$  може бути відкинута. Після того, як ми встановили, що коефіцієнт регресії  $b_i$  не відрізняється від нуля, і відповідний фактор моделі не пов'язаний з результатом, ми можемо виключити його з моделі. Це не призведе до погіршення якості моделі, але дозволить зробити її точнішою.

Також дуже важливим є F-тест, який дозволяє перевірити гіпотезу, що всі коефіцієнти рівняння, крім константи, «рівні 0»:  $H_0 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ .

F-статистика розраховується за такою формулою:

$$F = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)}, \quad (2.7)$$

Якщо отримане значення цієї статистики більше критичного значення при певному рівні значущості, то нульова гіпотеза не приймається, що означає, що модель працює. Інакше модель визнається незначною. Наприклад, гіпотеза  $H_0$  відкидається на 10%-ном рівні значущості, якщо  $F > F_{0.1}(k-1, n-k)$  – 10%-ая точка розподілу Фішера  $F(k-1, n-k)$ .

Проте, всі ці висновки можна застосовувати лише до тієї моделі, в якій правильно підібрані регресори, тобто ми маємо справу з правильною специфікацією

моделі. Як ми вже говорили раніше, це важлива проблема. Коли ми маємо справу з багатьма факторами, виникають такі труднощі як можливі мультиколінеарність, гетероскедастичність та автокореляція залишків. Розглянемо докладніше кожну їх.

По-перше, існує ризик отримати неточні оцінки коефіцієнтів. Це з мультиколінеарністю. "Мультиколінеарність – це поняття, яке використовується для опису проблеми, коли нестрога лінійна залежність між пояснювальними змінними призводить до отримання ненадійних оцінок регресії". Існують ознаки, які можуть вказати нам на наявність мультиколінеарності. Такими, наприклад, є великі стандартні помилки оцінок параметрів. Неправильні знаки оцінок та незначущість коефіцієнтів, за умови, що коефіцієнт детермінації та F-статистика говорять, що модель значуща. У будь-якому випадку, ми можемо спробувати її усунути шляхом виключення з рівняння регресії корельованих змінних, але треба бути уважним, щоб не виключити регресор, необхідний для аналізу, також можна спробувати збільшити обсяг вибірки, якщо є така можливість.

По-друге, можливо, що побудована нами модель буде з гетероскедастичністю. «Це означає, що помилки не корельовані, але мають непостійні дисперсії». Її протилежністю є гомоскедастичність. Наявність гетероскедастичності в моделі може погано позначатися на моделі та її інтерпретації. У разі її присутності існує велика ймовірність, що оцінки стандартних помилок коефіцієнтів моделі будуть пораховані невірно. А це у свою чергу загрожує прийняттям невірної гіпотези про значущість окремих коефіцієнтів рівняння та його значущість у цілому, також за наявності неоднорідності дисперсій втрачається ефективність оцінок рівняння регресії, незважаючи на те, що вони залишаються незміщеними та заможними.

Щоб з'ясувати, чи є гетероскедастичність у рівнянні регресії, можна використовувати різні тести в залежності від контексту:

- Тест Уайта;
- Тест Гольдфелда-Куандта;
- Тест Бройша-Пагана;
- Тест Глейзера;
- Тест Парка;

- Тест Спірмена.

Якщо тести показують, що гіпотезу про гомоскедастичність прийняти не можна, необхідно зробити так, щоб позбутися неоднорідності дисперсій.

Зробити це можна такими методами:

- Використовувати виважений метод найменших квадратів;
- Замінити вихідні дані моделі на їх логарифми або інші похідні;
- Виконати коригування коефіцієнтів на гетероскедастичність у формі Уайта;
- Виконати коригування коефіцієнтів на гетероскедастичність у формі Нев'є-Веста.

Ще одним важливим аспектом при аналізі моделі множинної регресії є незалежність залишків один від одного. Іншими словами, має виконуватися одна з умов «Гаусса-Маркова:

$$\text{pop. cov}(u_i, u_j) = 0, i \neq j, \quad (2.8)$$

Якщо ця умова не виконується, то ми можемо стверджувати, що є автокореляція залишків. Це означає, що між залишками поточних та попередніх спостережень існує кореляція. Наслідком автокореляція є те, що в цьому випадку коефіцієнти регресії не зміщені, але стають неефективними. Тому їх стандартні помилки мають неправильну оцінку. Виявити автокореляцію залишків можна, наприклад, за допомогою тесту Дарбіна-Уотсона. У випадку, коли наші дані є вибіркою, то щоб позбутися автокореляції залишків, можна змінити специфікацію моделі або зробити коригування у формі Нев'є-Веста.

Для перевірки загальної якості рівняння регресії ми можемо використовувати коефіцієнт детермінації  $R^2$ , який розраховується як це одиниця за вирахуванням частки непоясненої дисперсії (дисперсії випадкової помилки моделі) у спільній дисперсії залежною змінною. Цей коефіцієнт детермінації показує частку загальної дисперсії, пояснену рівнянням регресії. Ми можемо записати його у вигляді наступної «формули:

$$R^2 = 1 - \frac{ESS}{TSS}, \quad (2.9)$$

де, ESS – це непояснена частина дисперсії, TSS – вся дисперсія, загальна сума квадратів.

Через визначення  $R^2$  приймає значення від 0 до 1. Якщо він дорівнює 0 або близький до нього, це означає, що регресія нічого не дає, тобто підібрані регресори не впливають на нашу залежну змінну. Інший крайній випадок, коли  $R^2 = 1$ , означає хороше припасування: лінія регресії точно відповідає всім спостереженням. У такому разі можна стверджувати, що незалежні змінні обрані добре і значно впливають на  $y$ . Чим ближче до 1 значення  $R^2$ , тим більша частка варіації  $y$  може бути пояснена моделлю, і  $y$  максимально наближено до  $y$ . Зазвичай у множинній регресійній моделі кожна наступна додана пояснювальна змінна збільшує  $R^2$ , за умови, що всі попередні значущі залишили.

Часто трапляється так, що ми хотіли б ввести в регресійну модель і оцінити вплив змінної, яка сама по собі є не кількісною, а якісною. Прикладами таких змінних та залежностей від них можу послужити такі:

- Залежність між здобутим освітою та доходом. Можна з'ясувати, як впливає знання математичних та технічних областей на заробітну плату.
- Досліджуються чинники, що визначають ефективність лікування. Потрібно перевірити, чи дається ознаки емоційна підтримка хворого на результаті.
- Залежність доходу людини від психологічного добробуту та атмосфери у ній, що він був маленьким. Дослідити, наскільки впливає якість життя сім'ї та дітей у ньому на майбутній добробут дитини.

Щоб подібні змінні можна було використовувати моделі, їх необхідно формалізувати, тобто надати їм значення. Це можна зробити за допомогою будь-якої бінарної змінної. Наприклад, якщо дитина зростала у благополучній сім'ї, то змінна набуде значення 1. Якщо ж навпаки, то 0.

У літературі такі змінні позначені як фіктивні. Однак нам слід розуміти, що вони такі ж повноцінні, як і інші, просто вони кількісним чином відображають якісне смислове навантаження параметра.

Фіктивні змінні можна відобразити будь-якою змінною, яка приймає два значення, необов'язково, щоб це були 0 і 1. Але ми будемо використовувати саме їх, оскільки це спрощує процедуру інтерпретації результатів.

Також в економетричній практиці можуть траплятися такі випадки, коли якісна ознака має не два, а три або більше значень. У такому разі ми можемо ввести дискретну змінну, яка здатна набувати відповідної кількості значень. Однак, нам варто очікувати поява труднощів під час підсумкової інтерпретації результатів. Тож у цій ситуації доцільніше використовувати кілька бінарних змінних. Тоді нам необхідно простежити, щоб загальна кількість фіктивних змінних була на одну меншу від кількості можливих значень якісної ознаки. Це необхідно, щоб не виникало лінійної залежності регресорів, і, як наслідок, неможливості отримання МНК-оцінок. Справді, якщо ми зробимо інакше, сума наших змінних дорівнюватиме 1.

Прикладом випадку з кількома фіктивними змінними може бути рівень освіти співробітника: без освіти, середня загальна, середня спеціальна, вища, науковий ступінь. У цьому випадку ми надамо кожному рівню освіти деяку фіктивну змінну, за винятком одного, наприклад, «без освіти».

Тепер покажемо як можна використовувати фіктивні змінні, побудувавши модель. Скористаємося прикладом вище залежність доходу від психологічної атмосфери у ній. Нехай  $x_t = (x_{t1}, \dots, x_{tk})'$  набір змінних, що пояснюють,  $y_t$  - дохід людини, тобто спочатку модель описується наступним чином:

$$y_t = x_{t1}\beta_1 + \dots + x_{tk}\beta_k + \varepsilon_t = x_t'\beta + \varepsilon_t, \text{ де } t=1, \dots, n.$$

Тепер хочемо включити у модель такий чинник, як наявність чи відсутність психологічного комфорту у ній, де  $z_t$  - рівень індивіда. Введемо нову бінарну змінну  $z_t$ , причому вважатимемо, що з дитинства  $z_t = 1$ , а при важкому  $z_t = 0$ . Тепер включимо фіктивну змінну до моделі та отримаємо:

$$y_t = x_{t1}\beta_1 + \dots + x_{tk}\beta_k + z_t\delta + \varepsilon_t = Z_t'\gamma + \varepsilon_t, \quad (2.10)$$

де:  $t=1, \dots, n$ ;  $Z = (x_1, \dots, x_k, z)' = (x', z)'$ ;  $\gamma = (\beta_1, \dots, \beta_k, \delta)'$

Таким чином отримуємо, що середній дохід за важкого дитинства дорівнює  $x'\beta$ , а при щасливому  $x'\beta + \delta$ . Звідси випливає, що величина  $\delta$  інтерпретується як різниця між доходами людей з різними характеристиками, сформованими в дитинстві за інших рівних умов. Далі ми можемо застосувати МНК та отримати оцінки відповідних коефіцієнтів. Неважко здогадатися, що, тестуючи гіпотезу  $\delta=0$ , перевіряємо припущення про несуттєву різницю у доході між двома категоріями людей.

Як міру близькості прийнято використовувати Євклідову відстань, яка задається формулою:

$$\rho(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_p - y_p)^2}, \quad (2.11)$$

де  $x, y \in R^n$

Алгоритм даного методу такий, що він поділяє  $N$  спостережень на  $k$  груп (кластерів) і прагне мінімізувати сумарне квадратичне відхилення точок кластерів від цих кластерів:

$$\min \left[ \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} \|x_j - \mu_j\|^2 \right], \quad (2.12)$$

де  $x_j, \mu_j \in R^n$ ,  $\mu_j$  – центр кластера  $K_j$

Оновлення кластерів та центрів кластерів відбувається доти, доки не буде досягнуто оптимального розбиття.

## 2.4 Висновки до другого розділу

У розділі було розроблено та обґрунтовано узагальнену концепцію інформаційно-аналітичної системи оцінки ефективності продажів і оптимізації

торговельних процесів у сучасних роздрібних мережах. Запропонований підхід інтегрує формальні математичні моделі (статистичні, економетричні, часових рядів), логічні правила прийняття рішень, адаптивні алгоритми аналітики великих даних та методи машинного навчання для комплексного аналізу купівельної поведінки, структури продажів, результативності мерчандайзингу та динаміки ключових показників ефективності (середній чек, кількість позицій у чеку, конверсія, оборотність, крос-продажі, LTV клієнта).

Розроблена концепція забезпечує багаторівневу оцінку ефективності торговельних систем з урахуванням їхньої структури (фізичні точки, онлайн-канали, омніканальні сценарії), функціональних режимів (сезонність, промо-активності, пікові навантаження) та змінних зовнішніх і внутрішніх умов (конкуренція, купівельна спроможність, асортиментна політика, цінова динаміка). Це дозволяє переходити від фрагментарного контролю окремих метрик до системної функціональної оцінки результативності продажів і торговельних процесів.

Застосування гібридного алгоритмічного підходу в аналітиці продажів дає змогу не лише своєчасно виявляти відхилення ключових показників від планових чи еталонних значень, але й інтерпретувати їх у контексті причинно-наслідкових зв'язків між елементами торговельної системи: викладкою, мерчандайзингом, поведінкою покупців, діями персоналу, ціновою політикою та зовнішніми факторами. Використання моделей залишків, контекстно-адаптивних порогів, інтегральних індексів ефективності (наприклад, композитних скорингів торговельної точки чи сегмента) забезпечує глибше розуміння поточних процесів і створює основу для переходу від реактивного реагування до проактивного управління результативністю.

Механізм адаптивної моделі стану, вбудований у гібридну систему, дозволяє динамічно коригувати критерії оцінки та правила прийняття рішень залежно від поточного сценарію (сезон, акції, економічна ситуація), накопиченого досвіду даних та змін у поведінці споживачів. Такий підхід підвищує точність прогнозування та оцінки в умовах невизначеності, неповноти даних або їхньої зашумленості, а також забезпечує масштабованість рішення для торговельних мереж різного формату, розміру та географічного охоплення.

Запропонована концепція створює теоретичну та методологічну основу для побудови інтелектуальних систем аналітики продажів, здатних адаптуватися до змін у ринковому та операційному середовищі, підвищувати ефективність використання торговельних ресурсів (площі, асортименту, промо-бюджету, персоналу) і знижувати втрати від неоптимальних рішень у сфері мерчандайзингу, ціноутворення та управління попитом. Реалізація гібридного логіко-математичного підходу сприяє переходу від традиційних реактивних методів управління продажами до проактивних і прогнозних стратегій, що є одним із ключових напрямів розвитку сучасних торговельних систем у контексті цифрової трансформації роздрібної торгівлі та посилення конкуренції на ринку.

## 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З АНАЛІЗУ ТОРГОВИХ СИСТЕМ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДАЖІВ

### 3.1 Розробка архітектурної логіки для інформаційної системи

Початкове планування та розробка комплексу технічної документації для інформаційної системи аналізу ефективності мерчандайзингу та продажів у роздрібній торгівлі є одним із фундаментальних і визначальних етапів усього життєвого циклу створення програмного продукту. Саме на цій стадії закладаються основи функціональної архітектури, бізнес-логіки, вимог до даних, інтерфейсів та інтеграційних можливостей системи, що безпосередньо впливає на її подальшу ефективність, масштабованість, підтримуваність та відповідність реальним потребам торговельних мереж.

Застосування системного підходу до початкового концептуального проєктування та створення технічної документації дозволяє формалізувати та моделювати ключові аспекти функціональної логіки програмного засобу ще до початку кодування.

Це забезпечує узгодженість між бізнес-цілями торговельної мережі та технічними рішеннями, а також створює надійну основу для всіх наступних етапів розробки, тестування, впровадження та супроводу. Серед найбільш вагомих факторів, що підкреслюють необхідність ретельного технічного проєктування на ранніх стадіях, слід виділити такі:

- чітке, однозначне та повне визначення функціональних, нефункціональних, технічних, безпекових та інтерфейсних вимог, що дозволяє суттєво знизити ймовірність неузгодженостей між замовником і командою розробки, уникнути критичних розбіжностей у трактуванні завдань, а також мінімізувати ризики виникнення суттєвих помилок на етапах реалізації та впровадження;
- раннє виявлення потенційних архітектурних, функціональних, інтеграційних та експлуатаційних ризиків, що дає можливість розробити заходи щодо

їх нейтралізації або пом'якшення ще до початку активного програмування, запобігаючи значним витратам на переробки та затримки строків у майбутньому;

- ефективного, збалансованого та реалістичного планування використання всіх видів ресурсів — фінансових, часових, людських, технічних та інформаційних, — що дозволяє оптимально розподілити навантаження між учасниками проєкту, забезпечити контрольоване виконання завдань у встановлені строки та в межах затвердженого бюджету;

- створення єдиного інформаційного простору та спільного розуміння проєкту для всіх зацікавлених сторін (бізнес-замовників, аналітиків, архітекторів, розробників, тестувальників, DevOps-спеціалістів, керівництва торговельної мережі), що суттєво підвищує ефективність комунікації, знижує кількість непорозумінь і сприяє синергетичній взаємодії на всіх рівнях;

- підвищення загальної стабільності, надійності, відмовостійкості та якості кінцевого програмного рішення завдяки детальному опису архітектури системи, принципів обробки даних, бізнес-правил, механізмів валідації, обробки помилок та інтеграційних інтерфейсів;

- формування гнучкої, модульної та розширюваної архітектури, що дозволяє в майбутньому швидко адаптувати систему до змін бізнес-процесів, розширення функціоналу (наприклад, додавання нових каналів продажів, інтеграція з новими платіжними системами чи CRM), зростання обсягів даних, переходу до повноцінної омніканальної моделі торгівлі або впровадження нових методів аналітики (штучний інтелект, deep learning для персоналізованих рекомендацій).

З метою формалізації логіки функціонування інформаційної системи на етапі концептуального та початкового технічного проєктування було розроблено схему асоціативних правил (рис. 3.1), яка відображає базові принципи виявлення стійких патернів купівельної поведінки, спільних покупок, товарних комбінацій та інших асоціативних зв'язків у структурі транзакційних даних торговельної мережі.

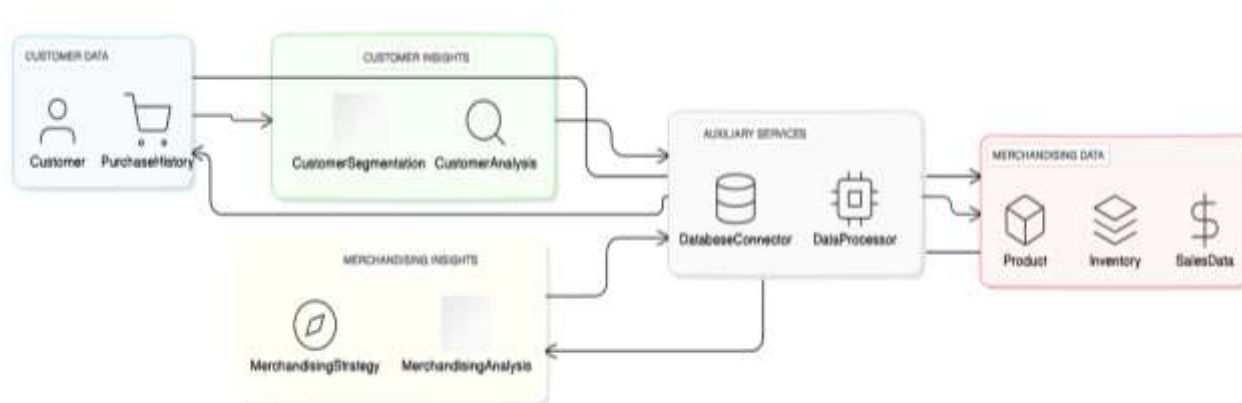


Рисунок 3.1 – Схема асоціативних правил інформаційної системи

Система аналізу асоціативних правил є спеціалізованим програмним модулем, призначеним для інтелектуального видобутку знань (knowledge discovery) із великих масивів транзакційних даних. Вона відіграє ключову роль у сучасній бізнес-аналітиці роздрібної торгівлі, дозволяючи виявляти приховані закономірності, які неможливо встановити традиційними методами аналізу. Типова функціональна структура такої системи охоплює такі основні блоки:

- блок передобробки даних (data preprocessing) — очищення від дублів, обробка пропусків, нормалізація форматів, агрегація транзакцій, вибір релевантних ознак, фільтрація аномалій та підготовка даних до аналізу;
- блок видобутку асоціативних правил (association rule mining) — застосування класичних алгоритмів (Apriori, FP-Growth, ECLAT, AprioriTID) та їхніх оптимізованих версій для генерації правил виду «якщо  $A \rightarrow \text{то } B$ »;
- блок розрахунку та оцінки метрик якості правил — підтримка (support), достовірність (confidence), підвищення (lift), conviction, leverage, cosine, all-confidence та інші метрики для ранжування та фільтрації правил;
- блок фільтрації, ранжування та селекції найбільш цінних правил — застосування бізнес-орієнтованих порогів, виключення тривіальних комбінацій, вибір правил з високим потенціалом для крос-продажів та мерчандайзингу;
- блок візуалізації та інтерпретації результатів — побудова мереж асоціацій, матриць спільних покупок, теплових карт, дерев правил, інтерактивних графіків та дашбордів для полегшення аналізу та прийняття рішень;



Основні функціональні варіанти використання включають:

- головне меню — централізований пункт навігації з доступом до всіх модулів та функцій системи;
- модуль транзакцій — перегляд, фільтрація, сортування, групування та експорт історії операцій (продажі, повернення, анулювання, коригування);
- аналіз продажів товарів — комплексна оцінка динаміки реалізації, виявлення лідерів та аутсайдерів асортименту, аналіз сезонності та трендів;
- графік продажів за поточний рік — візуалізація часових рядів для виявлення піків, спадів, сезонних коливань та аномалій;
- довідник товарів — повноцінне управління асортиментною матрицею (додавання, редагування, архівація, категоризація, атрибути);
- таблиця товарів — структурований перегляд з розширеними можливостями сортування, фільтрації, групування та експорту даних;
- система фільтрів — багатокритеріальний пошук, динамічна сегментація даних за будь-якими доступними атрибутами;
- генерація аналітичних звітів за довільний період (рік, квартал, місяць, тиждень, день, година) — автоматизоване формування деталізованих звітів;
- побудова графіка прогнозу продажів — візуалізація прогнозних значень на основі історичних даних, сезонних коефіцієнтів та алгоритмів прогнозування;
- пошук шаблонних (кошикових) покупок — виявлення стійких комбінацій товарів для формування рекомендацій та стратегій крос-мерчандайзингу;
- графік продажу кількості товарів — аналіз динаміки реалізації в натуральних одиницях за період, товар чи групу;
- аналіз купівельної спроможності клієнтів — оцінка платоспроможності, сегментація за доходами/поведінкою, прогноз LTV, виявлення високопотенційних сегментів.

Наступним етапом технічного проектування є розробка діаграм послідовності дій (sequence diagrams), що детально описують динамічну поведінку системи, взаємодію акторів, компонентів та зовнішніх сервісів у рамках ключових бізнес-сценаріїв. Процес створення таких діаграм включає:

- чітке формулювання бізнес-вимог та сценаріїв використання;
- ідентифікацію всіх залучених акторів і функціональних модулів;
- покроковий опис послідовності викликів, повідомлень, операцій та відповідей;

- перевірку логічної коректності та відповідності вимогам;
- ітеративне уточнення та вдосконалення моделей;
- офіційне затвердження та передачу в реалізацію;
- подальшу підтримку та оптимізацію в процесі розвитку системи.

На рис. 3.3 представлено узагальнену діаграму послідовності дій інформаційної системи, а на рис. 3.4 — деталізовані сценарії основних аналітичних функцій («Перегляд записів», «Аналіз ринкового кошика», «Пошук шаблонних покупок»).

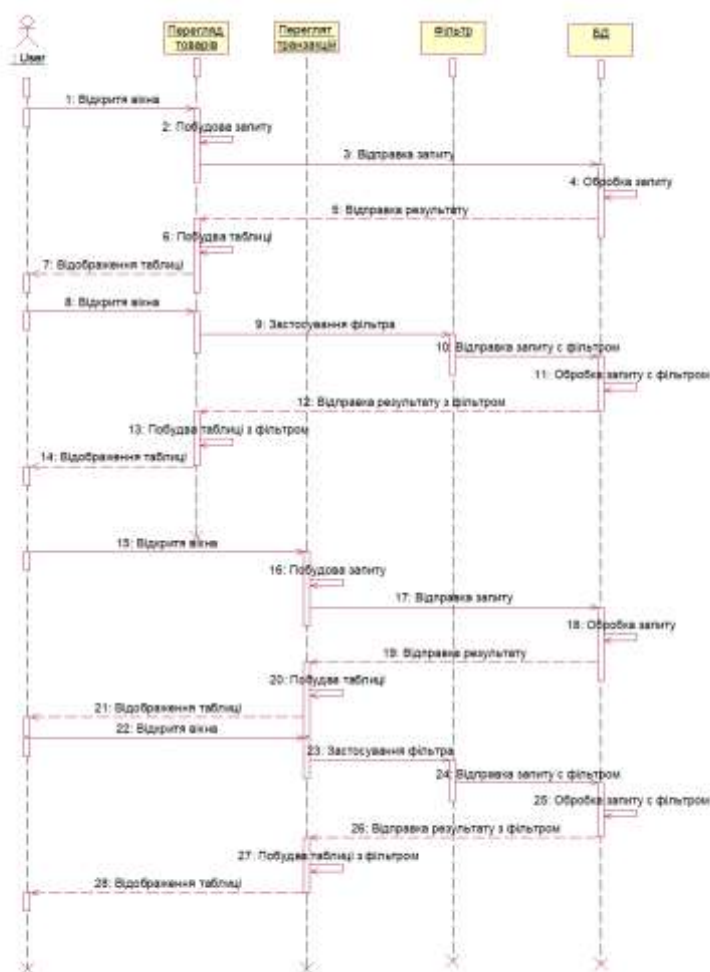


Рисунок 3.3 – Діаграма послідовності дій інформаційної системи

Для підвищення точності, достовірності та практичної цінності результатів аналізу ефективності продажів і мерчандайзингу було розроблено додаткову підсистему взаємних правил та обмежень, що враховує індексні коефіцієнти чистої вартості реалізації окремих позицій, коефіцієнти спільної купованості, часові параметри перебування покупця в торговельній точці та інші бізнес-фільтри (рис. 3.5). Такий підхід забезпечує більш точне моделювання реальної купівельної поведінки та формування обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації викладки, промо-зон, асортименту та крос-продажів.

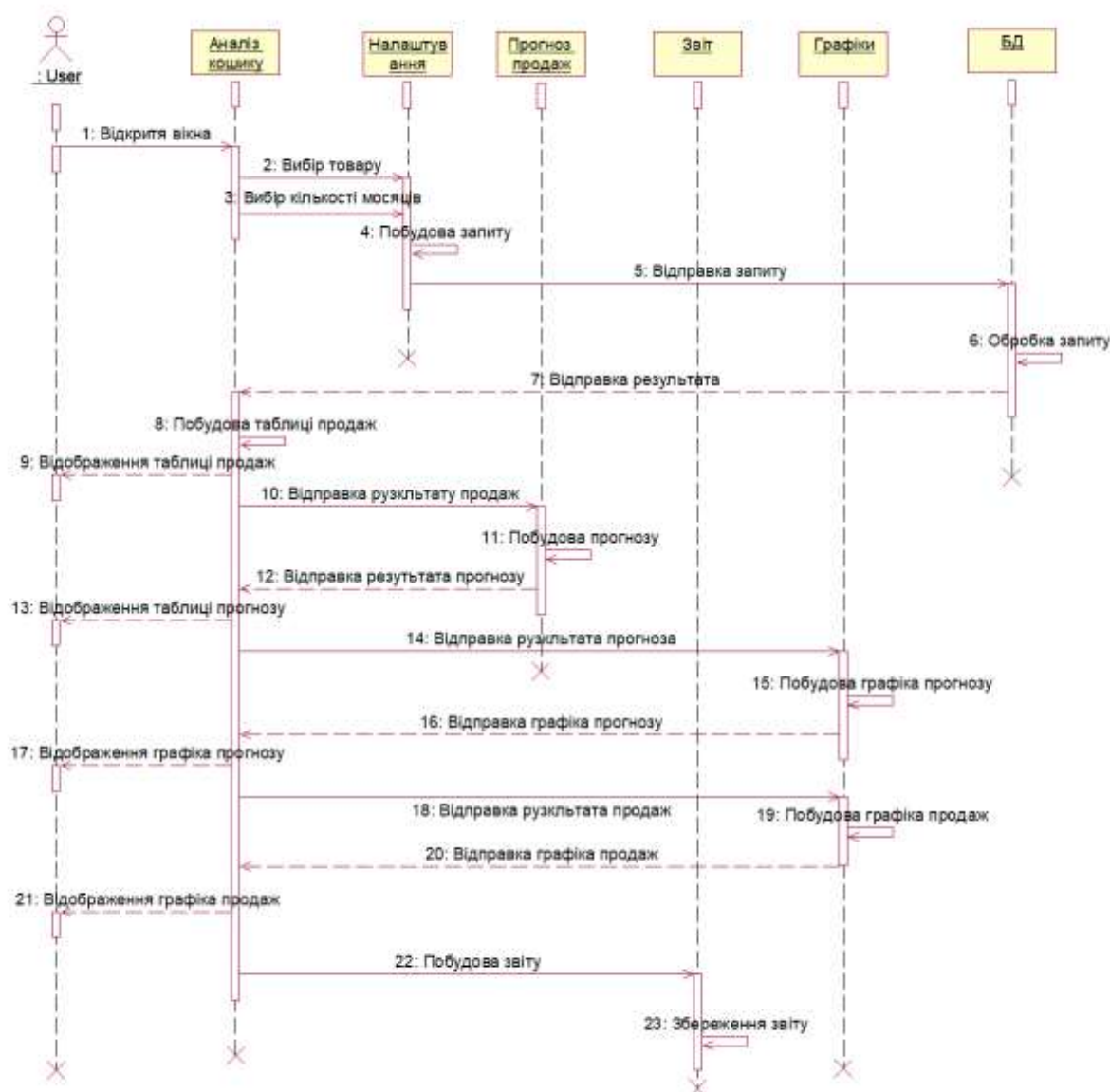


Рисунок 3.4 - Діаграма послідовності дії аналітичного функціоналу

Для опису статичної взаємодії компонентів системи використано кооперативну діаграму (collaboration diagram), що відображає основні залежності та потоки даних між модулями без жорсткої часової прив'язки (рис. 3.6). Це полегшує розуміння загальної архітектури, виявлення потенційних вузьких місць та подальше масштабування системи.

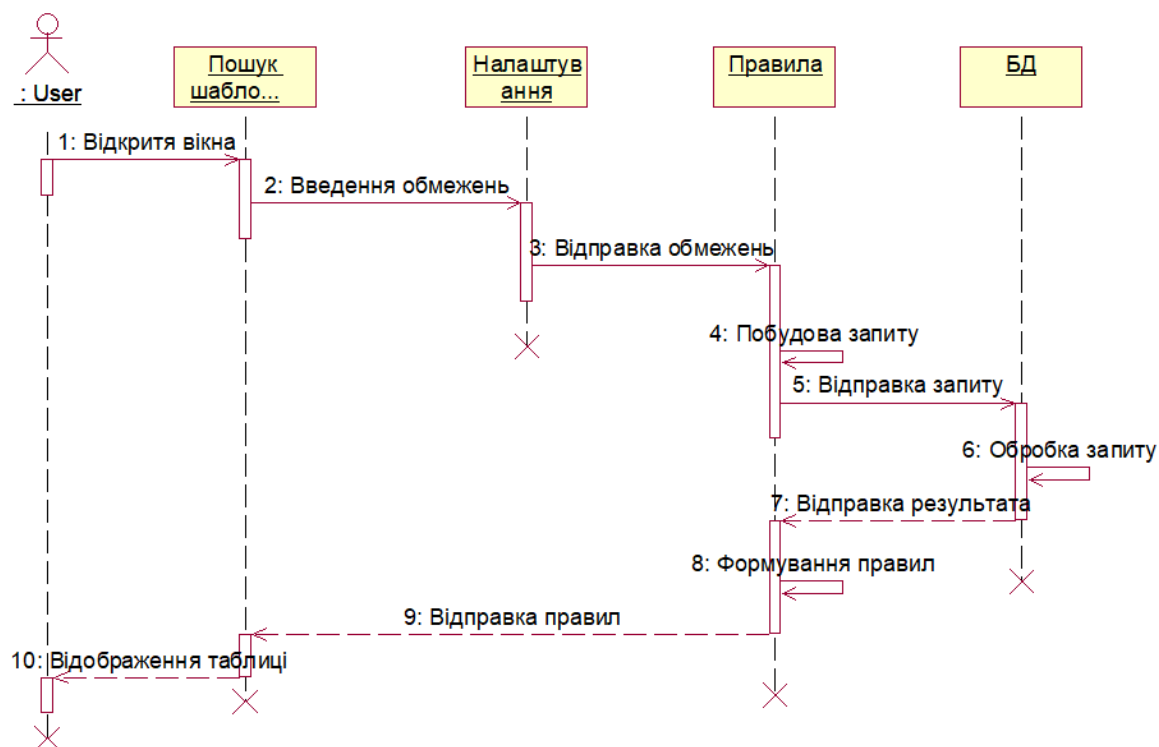


Рисунок 3.5 - Діаграма послідовності дії додання обмеження до функціоналу

На завершальному етапі концептуального та логічного проектування розроблено діаграму класів (class diagram), яка фіксує основну об'єктно-орієнтовану структуру програмного забезпечення (рис. 3.7). Серед ключових класів та їхніх груп виділено:

- класи аналізу купівельної спроможності та клієнтської поведінки: Customer, PurchaseHistory, CustomerSegmentation, CustomerAnalysis;
- класи аналізу мерчандайзингу, асортименту та продажів: Product, Inventory, SalesData, MerchandisingStrategy, MerchandisingAnalysis;

– допоміжні та сервісні класи: DatabaseConnector, DataProcessor, ReportGenerator, VisualizationEngine, RuleEngine тощо.

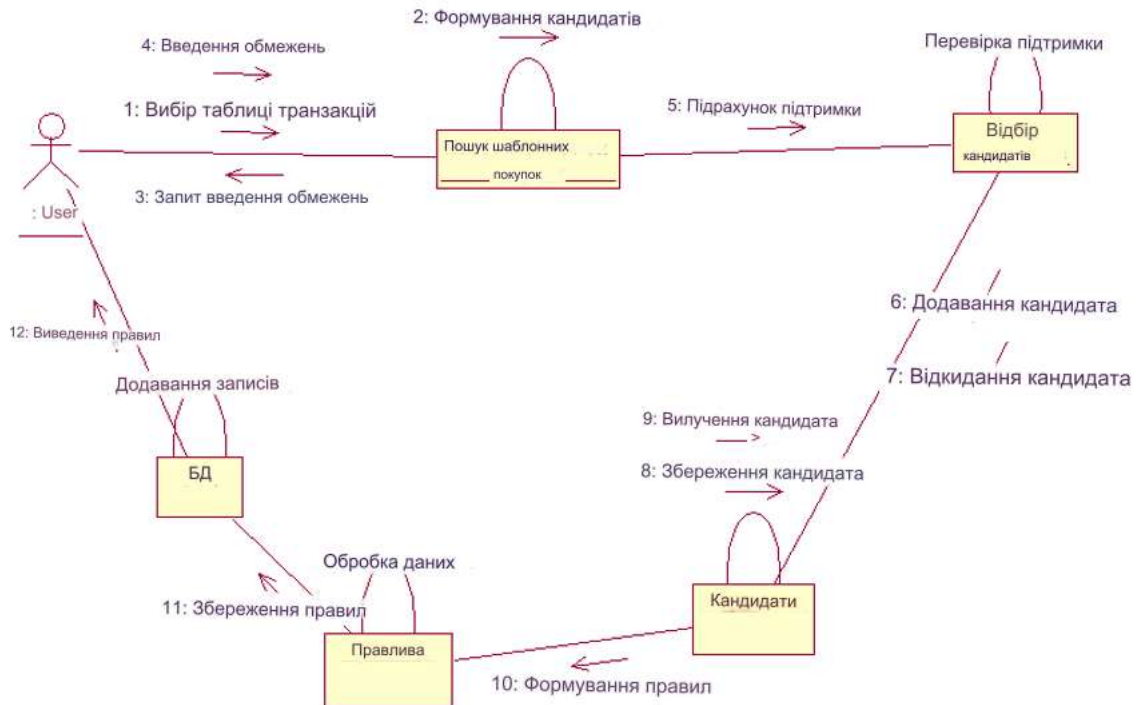


Рисунок 3.6 – Кооперативна діаграма додання коефіцієнтів покращення

Після визначення складової логіки функціональної частини інформаційної системи, виконується планування та проєктування логіки класів програмного засобу. Для кожного класу визначаються атрибути (властивості) та методи (операції), які відповідають за функціональність класу. Серед спроектованих класів є наступні:

1. Класи для аналізу спроможності покупців:

1.1. Customer: Представляє клієнта з атрибутами, такими як ідентифікатор, ім'я, контактна інформація тощо.

1.2. PurchaseHistory: Представляє історію покупок клієнта з відомостями про придбані товари, дату покупки, вартість тощо.

1.3. CustomerSegmentation: Клас для визначення сегментації клієнтів на основі їхньої поведінки та історії покупок.

1.4. CustomerAnalysis: Клас, який містить методи для проведення аналізу спроможності покупців, виявлення популярних товарів, визначення сегментів клієнтів тощо.

2. Класи для аналізу мерчандайзингу:

2.1. Product: Представляє товар з атрибутами, такими як ідентифікатор, назва, опис, ціна тощо.

2.2. Inventory: Представляє інвентар товарів у магазині з інформацією про наявність, кількість, місце розташування тощо.

2.3. SalesData: Представляє дані про продажі товарів з інформацією про кількість проданих одиниць, дохід, дату продажу тощо.

2.4. MerchandisingStrategy: Клас для визначення стратегій мерчандайзингу, таких як розташування товарів у магазині, вітрини, акції тощо.

2.5. MerchandisingAnalysis: Клас, який містить методи для проведення аналізу ефективності мерчандайзингу, виявлення найпопулярніших товарів, оцінка впливу різних стратегій тощо.

3. Допоміжні класи:

3.1. DatabaseConnector: Клас для зв'язку з базою даних та виконання запитів.

3.2. DataProcessor: Клас для обробки та аналізу даних, які отримані з бази даних.

Розроблений комплекс технічної документації, моделі та схеми створюють міцну методологічну та архітектурну основу для подальшої детальної реалізації, інтеграційного та навантажувального тестування, промислового розгортання та довгострокового супроводу інформаційної системи аналізу ефективності продажів і мерчандайзингу. Це забезпечує високу адаптивність рішення до специфіки сучасного ритейлу, точність і практичну цінність аналітичних висновків, швидке реагування на зміни ринкового середовища, зростання обсягів даних та еволюцію бізнес-процесів торговельної мережі.

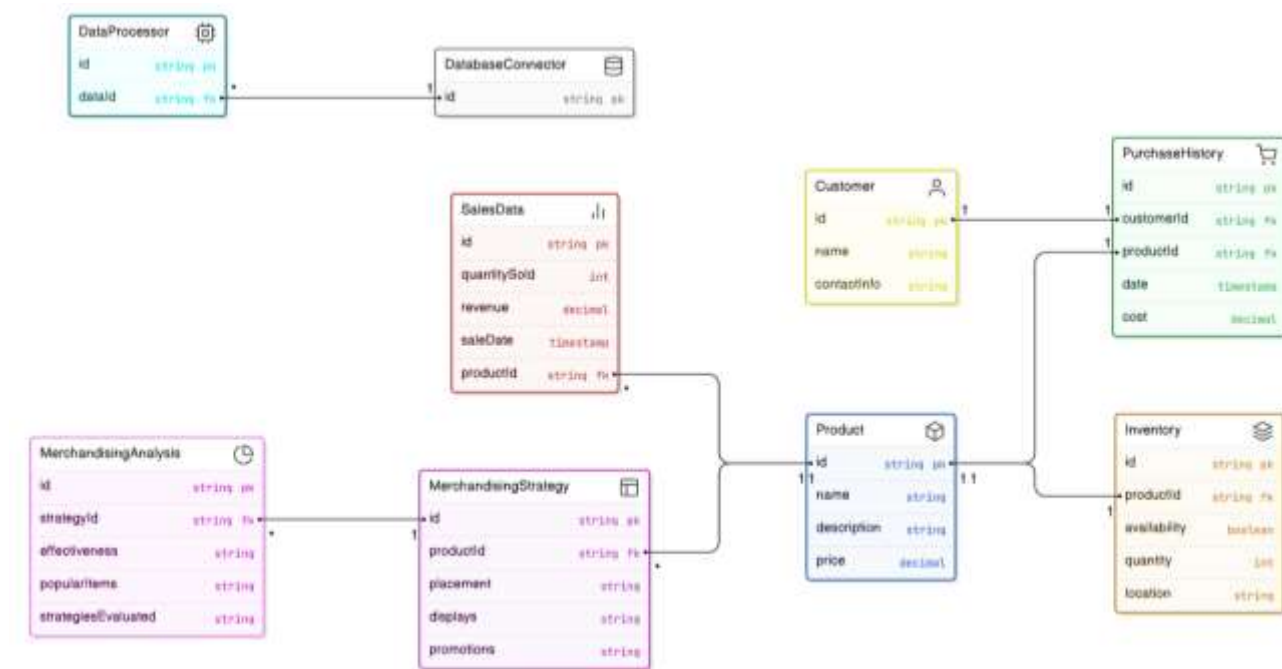


Рисунок 3.7 – Діаграма класів інформаційної системи

Після завершення етапу визначення компонентної структури класів та об'єктної моделі інформаційної системи, наступним логічним кроком є розробка та планування структури бази даних, що забезпечує ефективне, надійне та масштабоване зберігання всіх необхідних даних для виконання аналітичних та управлінських функцій системи.

Спроектована структура бази даних спеціально адаптована до потреб інформаційної системи аналізу ефективності продажів, мерчандайзингу та купівельної поведінки в роздрібній торгівлі. Вона призначена для комплексного збереження, швидкого доступу, агрегації та аналітичної обробки інформації про наступні основні сутності та їх взаємозв'язки:

- клієнти (фізичні та юридичні особи) — профільні дані, історія взаємодії, сегментація, купівельна спроможність, персональні характеристики;
- покупки (транзакції) — деталізована інформація про кожну операцію продажу: дата та час, склад кошика, сума, спосіб оплати, канал продажу (офлайн/онлайн), статус (продаж, повернення, анулювання), місце здійснення;
- сегменти клієнтів — класифікація покупців за поведінковими, демографічними, географічними, психографічними та монетарними критеріями, а також історія зміни сегментації;

- продукти (товари та послуги) — повний довідник асортименту: артикул, назва, категорія, підкатегорія, бренд, постачальник, характеристики, ціни (регулярна, акційна, закупівельна), одиниця виміру, статус (активний/архівний), сезонність;
- інвентар (товарні запаси) — поточний залишок за кожною торговельною точкою, складом або віртуальним каналом, історія надходжень і списань, рівень запасу, точки перезамовлення, оборотність;
- дані про продажі — агреговані та деталізовані показники реалізації: обсяг у грошах і одиницях, маржа, кількість чеків, середній чек, конверсія, часові ряди, географічний розподіл;
- стратегії мерчандайзингу — планограми, правила викладки, зони відповідальності, розміщення POS-матеріалів, промо-зони, крос-мерчандайзингові зв'язки, історичні зміни планограм, ефективність окремих рішень;
- асоціативні правила та шаблони покупок — виявлені патерни спільних покупок, метрики якості правил (support, confidence, lift), рекомендовані комбінації товарів;
- прогнози та розрахункові показники — результати прогнозування продажів, купівельної спроможності, оборотності, прогнозні значення середнього чека, LTV клієнтів, коефіцієнти сезонності та трендів;
- системні журнали та метадані — аудит дій користувачів, логи розрахунків, параметри роботи алгоритмів, версії моделей прогнозування, історія змін у довідниках.

На рис. 3.8 представлено деталізовану концептуальну діаграму бази даних (ER-діаграму або фізичну модель залежно від рівня деталізації), яка відображає основні сутності, їх атрибути, ключі (первинні, зовнішні, альтернативні) та найбільш значущі зв'язки між ними. Діаграма побудована з урахуванням принципів нормалізації (переважно 3NF з окремими денормалізованими структурами для аналітичних запитів), забезпечення високої продуктивності при великій кількості транзакцій та підтримці аналітичних запитів (OLAP-навантаження).

Основні принципи, покладені в основу проєктування структури бази даних:

- забезпечення високої цілісності даних (referential integrity, check-констрейнти, тригери);
- оптимізація для змішаного навантаження (OLTP — швидкі транзакційні операції запису/оновлення + OLAP — складні аналітичні запити з агрегацією за великими обсягами);
- підтримка історичних даних (slowly changing dimensions типу SCD Type 2 для клієнтів, товарів, цін, планограм);
- ефективна індексація для найчастіших сценаріїв доступу (продажі за період, товари в чеках, топ-позиції за сегментом);
- можливість масштабування (партиціонування таблиць за датою, хеш-розподіл великих таблиць транзакцій);
- підтримка гнучких атрибутів (EAV-модель або JSONB-поля для динамічних характеристик товарів та клієнтів);
- розмежування оперативних і аналітичних даних (окремі схеми або витягнення витягів у data warehouse / data lake для глибокої аналітики);
- забезпечення безпеки даних (рівні доступу, шифрування чутливих полів, аудит дій).

Запроєктована структура бази даних є ключовим елементом, що забезпечує стабільну роботу всієї інформаційної системи, високу швидкість виконання аналітичних запитів, достовірність результатів прогнозування та рекомендацій, а також можливість подальшого розширення функціоналу без кардинальної переробки моделі даних. Вона створює надійну основу для реалізації бізнес-логіки, алгоритмів асоціативного аналізу, прогнозування продажів, оцінки купівельної спроможності та оптимізації мерчандайзингових рішень у реальному часі та в умовах великого обсягу даних сучасної омніканальної роздрібною торгівлі.

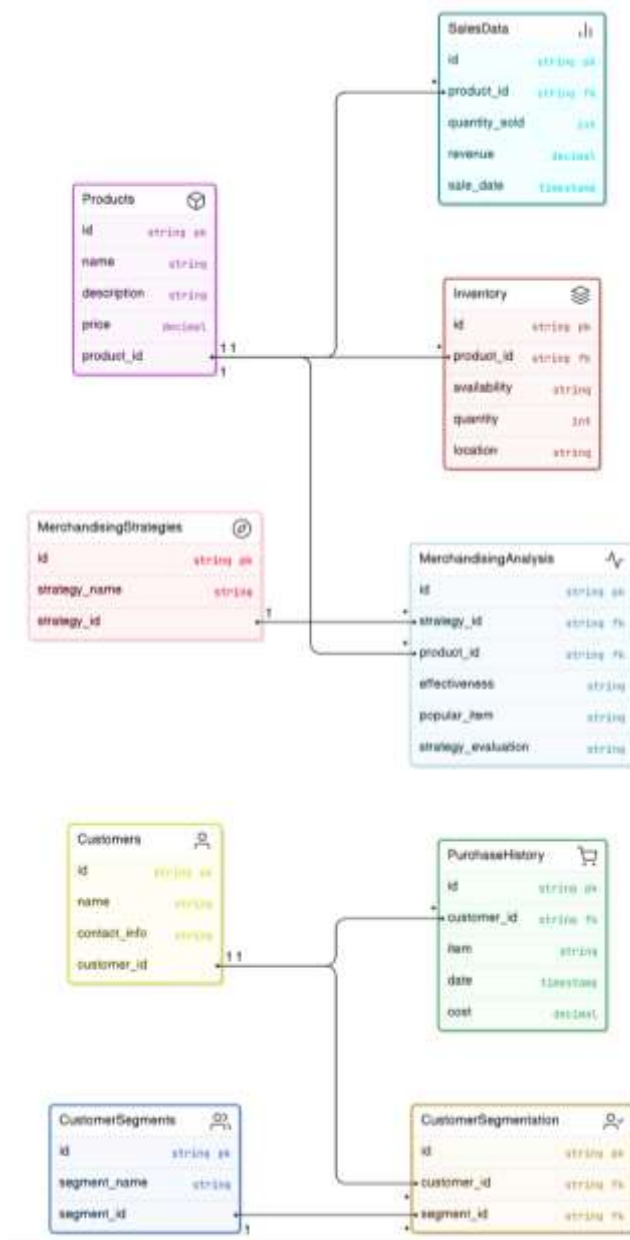


Рисунок 3.8 – Діаграма бази даних інформаційної системи

Спроектована база даних має наступну структуру.

Таблиця "Customers":

- customer\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор клієнта.
- name: ім'я клієнта.
- contact\_info: контактна інформація клієнта.

Таблиця "PurchaseHistory":

- purchase\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор покупки.

- customer\_id (FOREIGN KEY REFERENCES Customers(customer\_id)):

ідентифікатор клієнта, що здійснив покупку.

- item: придбаний товар.
- date: дата покупки.
- cost: вартість покупки.

Таблиця "CustomerSegments":

- segment\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор сегмента.
- segment\_name: назва сегмента.

Таблиця "CustomerSegmentation":

- segmentation\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор сегментації клієнта.

- customer\_id (FOREIGN KEY REFERENCES Customers(customer\_id)):
- ідентифікатор клієнта.

- segment\_id (FOREIGN KEY REFERENCES CustomerSegments(segment\_id)):
- ідентифікатор сегмента.

Таблиця "Products":

- product\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор товару.
- name: назва товару.
- description: опис товару.
- price: ціна товару.

Таблиця "Inventory":

- inventory\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор інвентарю.
  - product\_id (FOREIGN KEY REFERENCES Products(product\_id)):
- ідентифікатор товару.

- availability: наявність товару.
- quantity: кількість товару.
- location: місце розташування товару.

Таблиця "SalesData":

- sale\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор продажу.

- product\_id (FOREIGN KEY REFERENCES Products(product\_id)): ідентифікатор товару.

- quantity\_sold: кількість проданих одиниць товару.

- revenue: прибуток від продажу.

- sale\_date: дата продажу.

Таблиця "MerchandisingStrategies":

- strategy\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор стратегії мерчандайзингу.

- strategy\_name: назва стратегії мерчандайзингу.

Таблиця "MerchandisingAnalysis":

- analysis\_id (PRIMARY KEY): унікальний ідентифікатор аналізу мерчандайзингу.

- strategy\_id (FOREIGN KEY REFERENCES MerchandisingStrategies(strategy\_id)): ідентифікатор стратегії мерчандайзингу.

- product\_id (FOREIGN KEY REFERENCES Products(product\_id)): ідентифікатор товару.

- effectiveness: ефективність стратегії.

- popular\_item: найпопулярніший товар.

- strategy\_evaluation: оцінка стратегії.

Спроектований набір технічної документації та архітектурних діаграм дозволяє отримати набір вхідних даних для розробки програмного рішення з аналізу ефективності мерчандайзингу в торгівельному бізнесі. Інформаційна система має бути побудована як повнофункціональний веб-додаток.

Розроблений комплекс технічної документації, моделі та схеми створюють міцну методологічну та архітектурну основу для подальшої детальної реалізації, інтеграційного та навантажувального тестування, промислового розгортання та довгострокового супроводу інформаційної системи аналізу ефективності продажів і мерчандайзингу. Це забезпечує високу адаптивність рішення до специфіки сучасного ритейлу, точність і практичну цінність аналітичних висновків, швидке реагування на

зміни ринкового середовища, зростання обсягів даних та еволюцію бізнес-процесів торговельної мережі.

Розроблений програмний код, згідно наведеної архітектури приведено в додатку А.

### 3.2 Розробка та опис інтерфейсу інформаційної системи

Початкова сторінка системи аналітики продажів є центральним інформаційним хабом, який одразу після завантаження демонструє ключові метрики ефективності (наприклад, виручка за останній місяць, динаміка зростання, топ-категорії), а також надає швидкий доступ до основних функціональних блоків: каталог товарів, історія продажів, модуль прогнозування, аналітика комбінаційних покупок та генератор звітів. Інтерфейс побудовано з урахуванням принципів інформаційного дизайну та юзабіліті, що дозволяє користувачеві за лічені секунди отримати загальну картину стану продажів та обрати необхідний напрямок подальшого аналізу, рис. 3.9.

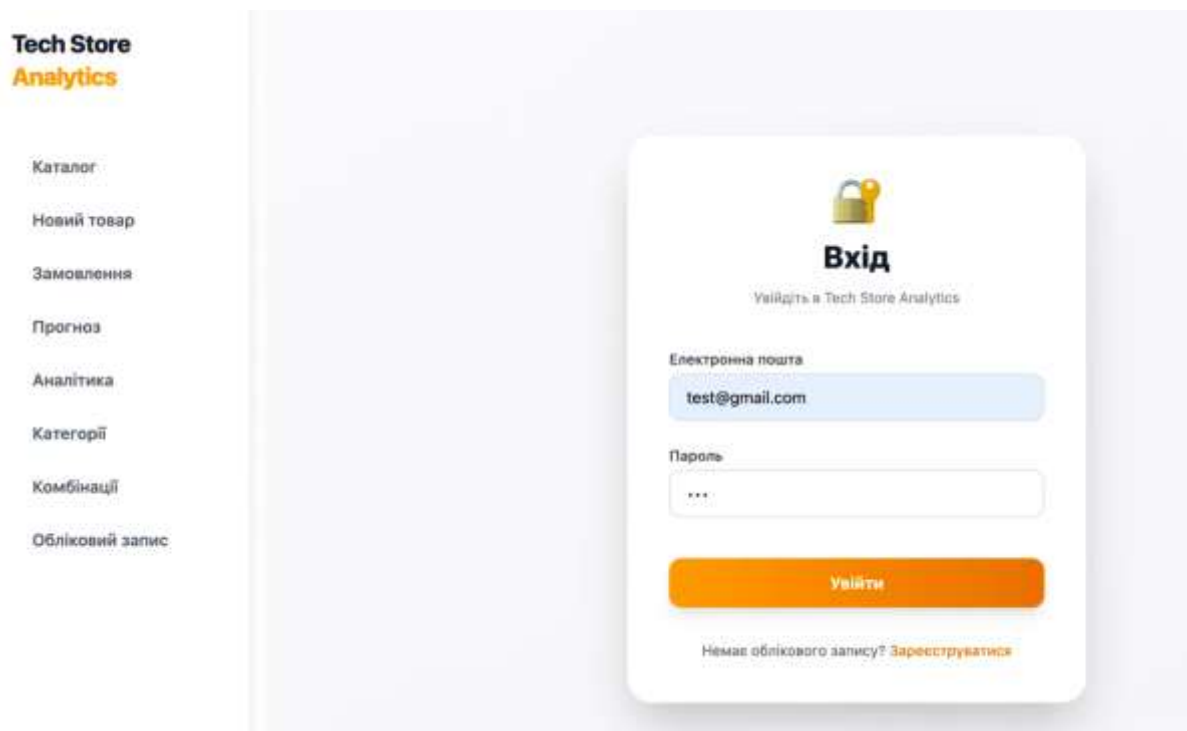


Рисунок 3.9 – Початкова сторінка системи аналітики продажів

Після проходження процедури авторизації (яка підтримує двофакторну аутентифікацію та рольовий доступ) користувач потрапляє на персоналізовану форму привітання та основне навігаційне меню. Тут відображається ім'я користувача, його роль у системі (аналітик, менеджер, адміністратор), поточна дата та обраний період аналізу за замовчуванням. Меню організовано за принципом вкладок та бічного сайдбару, що забезпечує швидке перемикавання між модулями без втрати контексту. Така архітектура інтерфейсу суттєво підвищує безпеку роботи з комерційно чутливими даними торговельної мережі, мінімізує ризики витоку інформації та сприяє комфортній довготривалій роботі з великими обсягами даних, рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Форма привітання та меню авторизованого користувача

Одним із ключових модулів є сторінка каталогу товарів — централізоване сховище всієї номенклатури торговельної мережі. Інформація представлена у табличному вигляді з можливістю сортування за будь-яким стовпцем (назва, артикул, категорія, ціна, залишок на складі, дата останнього надходження тощо). Кожна

позиція супроводжується мініатюрою зображення, що полегшує візуальну ідентифікацію. Реалізовано багатопараметричну фільтрацію (за категоріями, ціновими діапазонами, залишками, популярністю), повнотекстовий пошук та експорт вибраних даних у PDF. Такий підхід дозволяє менеджерам з закупівель та мерчандайзингу швидко оцінювати актуальний асортимент, виявляти товари з низькою оборачиваємістю та планувати оптимальні обсяги замовлень, рис. 3.11.

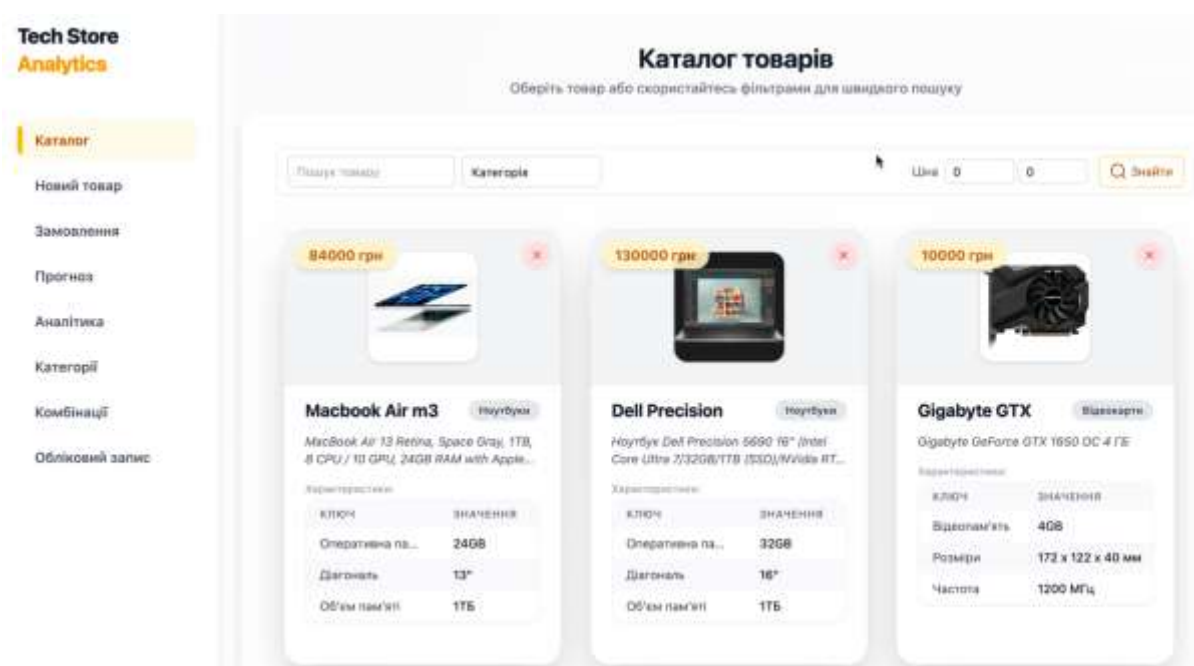


Рисунок 3.11 – Сторінка з каталогом товарів

Для оперативного поповнення та актуалізації каталогу передбачена розширена форма додавання нового товару. Вона містить обов'язкові та необов'язкові поля: назва, артикул, категорія (з ієрархічним вибором), роздрібна та закупівельна ціна, опис, характеристики у форматі ключ-значення, поле для завантаження зображення (з автоматичним стисненням та оптимізацією), бренд, постачальник, штрих-код тощо. Якщо користувач не завантажує власне фото, система автоматично застосовує дефолтне зображення для даної категорії, що забезпечує єдиний візуальний стиль каталогу та економить час на ручне оформлення. Форма інтегрована з можливістю масового імпорту через Excel/CSV або API зовнішніх систем, що робить її зручним

інструментом для щоденної роботи з великими номенклатурними масивами, або використовує ручний режим заповнення товарних вікон, рис. 3.12.

**Новий продукт**

Немає зображення

Назва продукту

Оберіть категорію

Опис продукту

0

**Характеристики**

| Ключ | Значення | Додати |
|------|----------|--------|
| ключ | значення |        |

**Додати продукт**

Рисунок 3.12 – Форма додання нового товару до каталогу

Сторінка з продажами товарів є основним джерелом первинних даних для всієї аналітики. Тут відображається повна історія реалізованих позицій з деталізацією: дата та час транзакції, номер чеку, касир, товар, кількість, ціна одиниці, знижка, загальна сума, спосіб оплати. Дані можна фільтрувати за будь-яким періодом, категорією, конкретним товаром, касою чи продавцем. Реалізовано автоматичне оновлення через

інтеграцію з обліковими системами (API 1С, SQL-запити до бази даних касового ПЗ), а також ручне завантаження даних з фіскальних чеків. Такий функціонал дозволяє проводити оперативний контроль продажів у реальному часі та виявляти аномалії (наприклад, різке падіння продажів певної позиції), рис. 3.13.

Від: 01/01/2026 До: 12/31/2026 Час від: 12:00 AM Час до: 11:59 PM

Назва товару в замовленні:  Введіть назву товару Знайти

**Замовлення #71fa7** 2026-02-15 11:19

Куплені товари:

- Apple Magic Mouse x1 4300 грн
- Macbook Air m3 x1 84000 грн

Сума замовлення: **88300 грн** Видалити

**Замовлення #71faa** 2026-02-16 17:58

Куплені товари:

- Macbook Air m3 x1 84000 грн
- Hator Pulsar 3 x1 1280 грн
- Apple Magic Mouse x1 4300 грн

Сума замовлення: **89580 грн** Видалити

**Замовлення #71fae** 2026-02-16 19:58

Куплені товари:

- Apple Magic Mouse x1 4300 грн
- Macbook Air m3 x1 84000 грн

**Замовлення #71fb1** 2026-02-16 22:58

Куплені товари:

- Macbook Air m3 x2 84000 грн

Рисунок 3.13 – Сторінка з продажами товарів

Для формування замовлень на постачання реалізована зручна форма додавання товару до замовлення. Користувач обирає позицію з каталогу (з автодоповненням), вказує бажану кількість, коментар, бажану дату поставки. Система автоматично розраховує рекомендовану кількість на основі поточного залишку, середньоденних продажів та прогнозу попиту на найближчий період. Це дозволяє уникати як надлишкового завезення (заморожування обігових коштів), так і дефіциту ходових позицій, що безпосередньо впливає на рівень сервісу та прибутковість, рис. 3.14.

### Додавання нового замовлення

Дата та час замовлення:

February 2026

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

#### Товари у замовленні

Ви поки що не додали жодного товару до замовлення

Додати замовлення

Оберіть товари, що входять до замовлення:

Ціна

84000 грн



**Macbo...** Ноутбуки

130000 грн



**Dell Pr...** Ноутбуки

10000 грн



**Gigab...** Відеокарти

5000 грн



**AMD ...** Процесори

Рисунок 3.14 – Форма додання нового товару до замовлення

Модуль прогнозу попиту на товар є одним з найбільш науково обґрунтованих компонентів системи. Він використовує комбінацію часових рядів (ARIMA, Exponential Smoothing), регресійних моделей та машинного навчання (залежно від обсягу даних). Користувач задає період прогнозу (від 1 тижня до 12 місяців), довірчий інтервал, сезонні коефіцієнти, мінімальну ймовірність досягнення прогнозу.

Результати виводяться у вигляді графіків історичних продажів + прогнозової лінії з зоною довіри. Такий інструмент допомагає планувати закупівлі, акції та промо з високою точністю, зменшуючи втрати від пере- та недозамовлення, рис. 3.15.

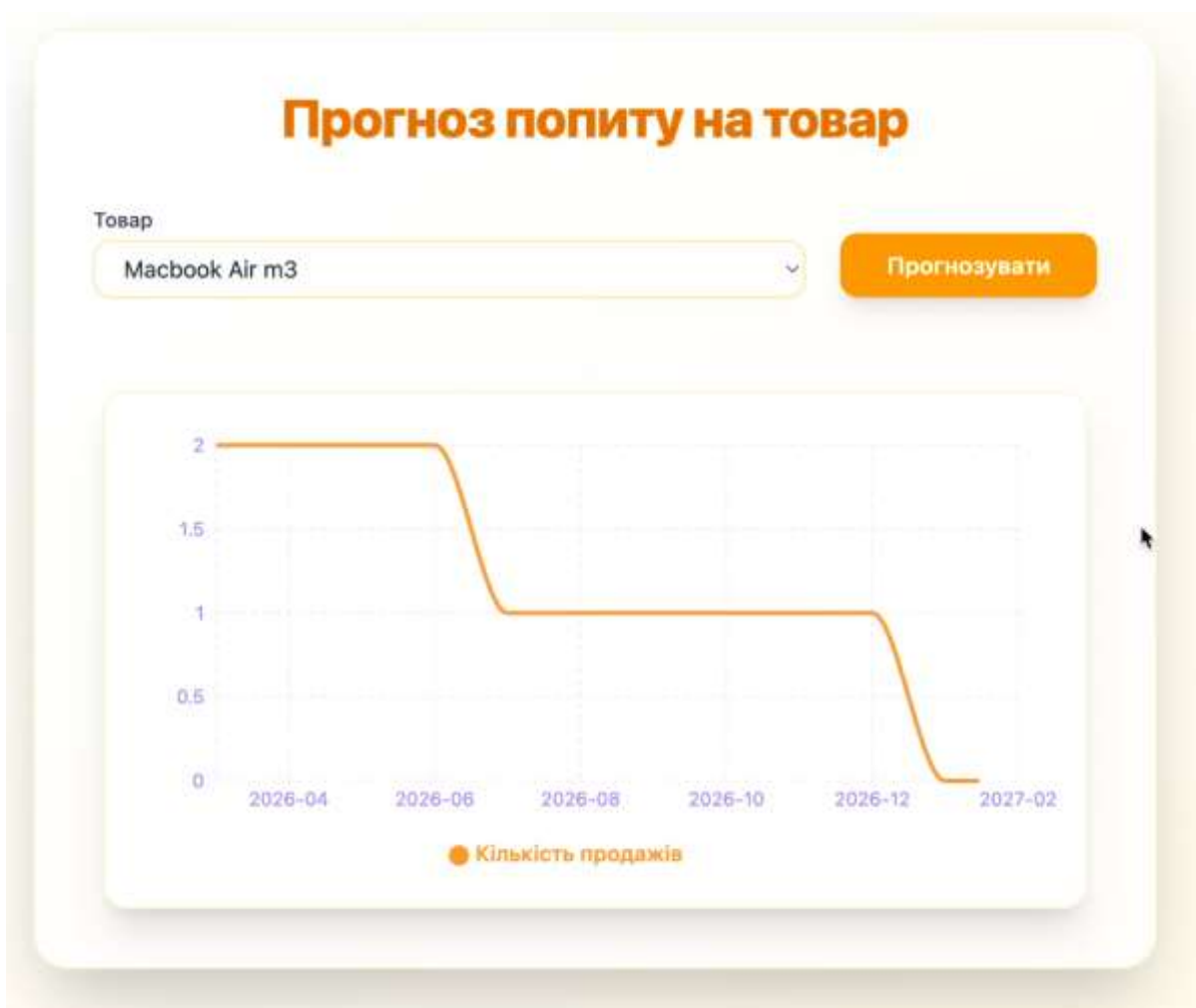


Рисунок 3.15 – Форма прогнозу попиту на товар

Форма аналітики продажів товарів дозволяє проводити багатовимірний аналіз з гнучким вибором метрик: виручка, маржа, кількість проданих одиниць, середній чек, конверсія, частка в загальній виручці. Підтримуються порівняння періодів (рік до року, місяць до місяця), аналіз парного продажу (які товари купують разом), сегментація за категоріями, брендами, постачальниками.

Результати візуалізуються у вигляді інтерактивних графіків (лінійні, стовпчикові, кругові, теплові карти), що значно полегшує виявлення закономірностей та прийняття обґрунтованих управлінських рішень, рис. 3.16.

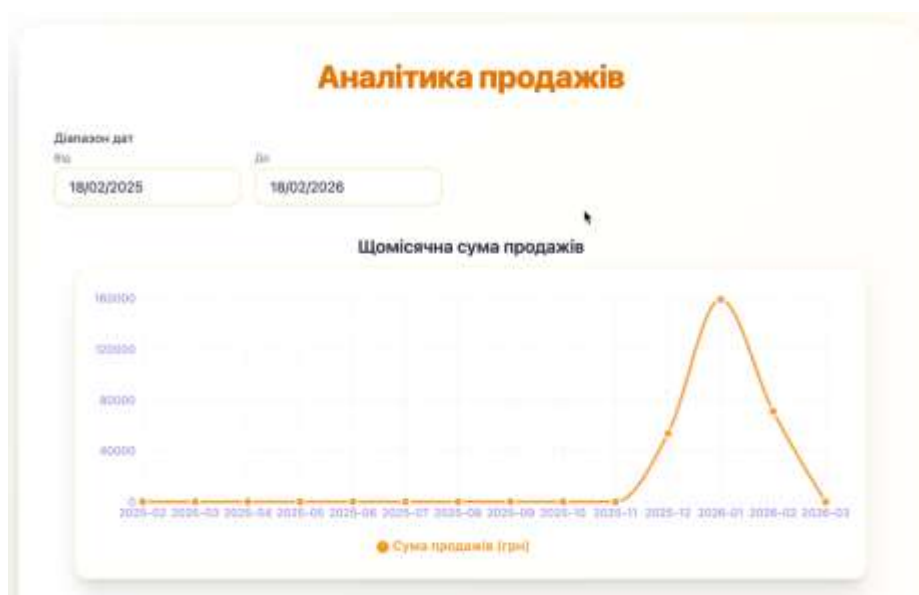


Рисунок 3.16 – Форма аналітики продажів товарів

Для оцінки середньої суми замовлень за місяць, використовується модуль розрахунків, який аналізує всі продані товари протягом місяця, а також будує відповідний графік з показниками, рис. 3.17.



Рисунок 3.17 – Форма виводу середньої суми замовлень за місяць

Для оцінки операційної активності реалізовано спеціальну форму виводу кількості транзакцій на місяць. Графік показує динаміку кількості чеків у розрізі днів/тижнів/місяців, з накладенням ліній тренду, середнього значення та відхилень. Це дозволяє виявляти сезонність, вплив вихідних/свят, ефективність маркетингових

акцій та зміни в поведінці покупців, що є важливим для планування персоналу, рекламних бюджетів та годин роботи магазину, рис. 3.18.



Рисунок 3. 18 – Форма виводу кількості транзакцій на місяць

Сторінка аналітики по категоріях агрегує дані на рівні товарних груп та підгруп. Виводяться ключові KPI: сума продажів, кількість транзакцій, середній чек, частка категорії в загальній виручці, динаміка зростання/спаду, рейтинг категорій за прибутковістю. Це дає змогу керівництву швидко визначати «локомотиви» асортименту та «балласти», оптимізувати полицеве простір, переглядати умови співпраці з постачальниками та коригувати маркетингову стратегію, рис. 3.19.

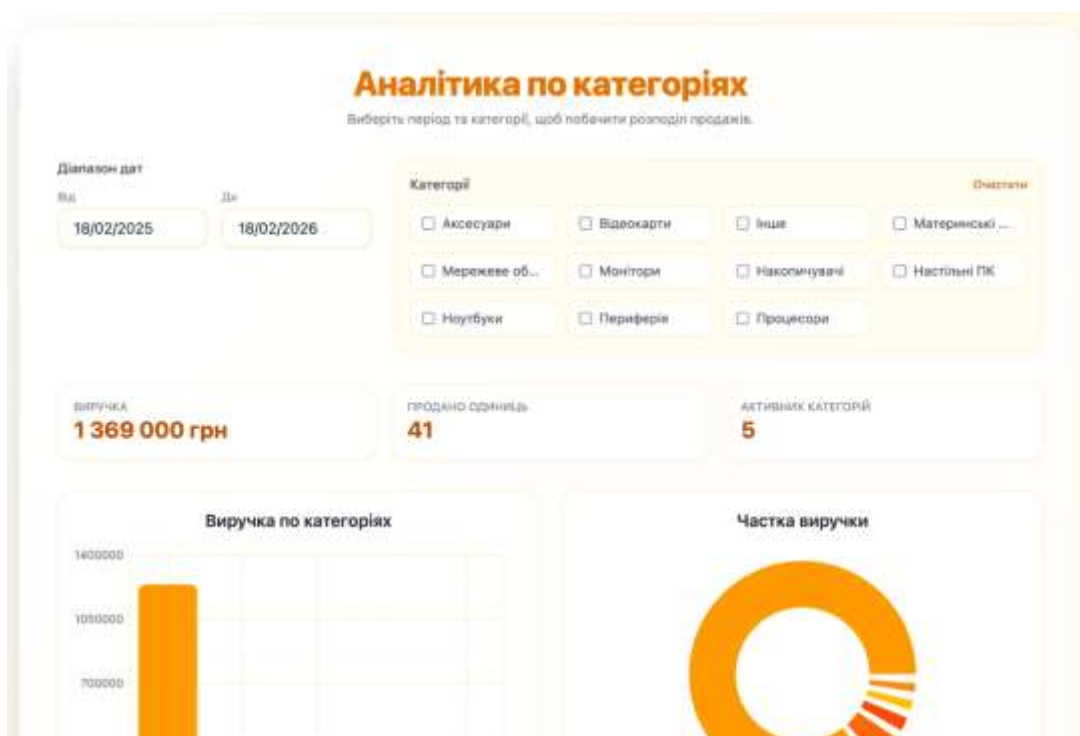


Рисунок 3.19 – Сторінка виводу аналітики по категоріях

Форма виводу динаміки виручки по місяцям є класичним інструментом для стратегічного аналізу. Показує щомісячну виручку за кілька років, з можливістю накладання план-факту, індексу зростання, впливу інфляції та сезонних коливань. Дозволяє оцінити загальну ефективність бізнесу, виявляти довгострокові тренди та прогнозувати річний результат з високою достовірністю, рис. 3.20.



Рисунок 3.20 – Форма виводу динаміки виручки по місяцям

Модуль аналізу комбінаційних продажів починається з форми налаштування параметрів пошуку асоціацій. Користувач задає мінімальну підтримку (support), впевненість (confidence), період аналізу, категорії товарів для включення/виключення, мінімальну кількість спільних покупок.

Алгоритми (Apriori, FP-Growth) виявляють сильні та слабкі асоціації між товарами, що є основою для побудови систем рекомендацій, крос-продажів та розміщення товарів у торговому залі, рис. 3.21.

### Параметри пошуку комбінацій

Мінімальна підтримка

Максимальна підтримка

Мінімальна достовірність

Максимальна достовірність

Категорія

Здійснити аналіз

Рисунок 3.21 – Форма додання параметрів пошуку комбінацій в проданих товарах

Сторінка виводу комбінаційних продажів представляє результати у вигляді таблиці правил асоціацій (товар А → товар В) з числовими показниками (support, confidence, lift) та візуалізацією у вигляді мережі зв'язків. Це дозволяє менеджерам з маркетингу та мерчандайзингу формувати акції «купуй разом», оптимізувати набори товарів та підвищувати середній чек на 8–25 % залежно від категорії, рис. 3.22.

Генерувати звіт

| Продукт 1                                                                                             | Продукт 2                                                                                          | Підтримка | Достовірність |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|
|  ASRock B550       |  Gigabyte GTX   | 5.00      | 1.00          |
|  Gigabyte GTX      |  ASRock B550    | 5.00      | 0.83          |
|  Apple Magic Mouse |  Macbook Air m3 | 4.00      | 1.00          |
|  AMD Ryzen 5 5600  |  ASRock B550    | 4.00      | 1.00          |
|  AMD Ryzen 5 5600  |  Gigabyte GTX   | 4.00      | 1.00          |

Рисунок 3.22 – Сторінка виводу комбінаційних продажів

Завершальним етапом роботи з системою є генерація деталізованих звітів у форматі PDF. Сторінка згенерованого звіту містить обрані періоди, ключові графіки, таблиці, висновки та рекомендації. Звіти можна брендувати логотипом компанії, додавати підпис керівника, експортувати для презентацій чи внутрішнього документообігу. Це забезпечує формалізацію результатів аналізу та їх використання на нарадах, у стратегічному плануванні та звітності перед власниками, рис. 3.23.

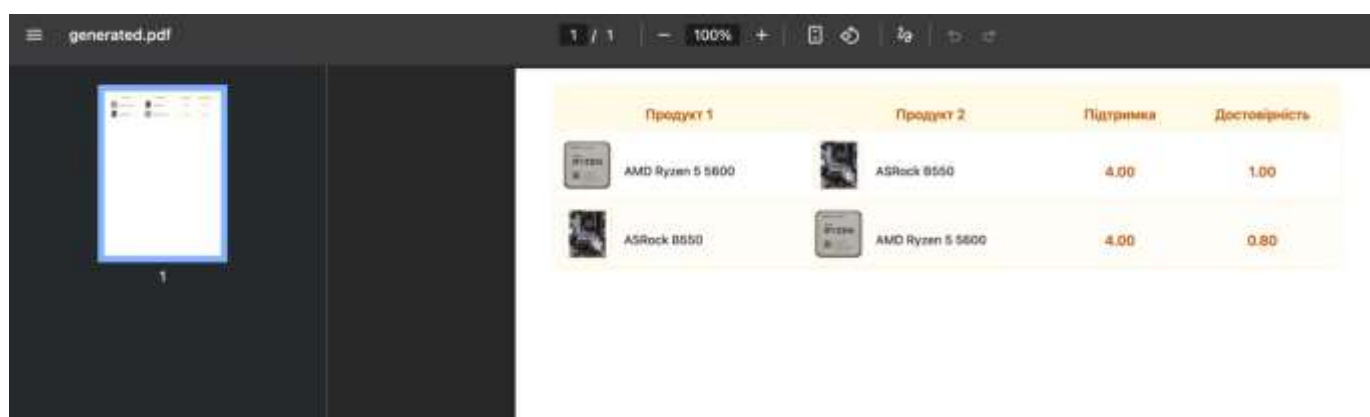


Рисунок 3.23 – Сторінка згенерованого звіту з продажів

У сучасних умовах конкурентного ринку торговельних систем ефективність продажів залежить від здатності аналізувати дані про покупки, попит та поведінку споживачів. Розроблена система дозволяє проводити комплексну оцінку, включаючи аналіз чеків, шаблонних придбань та прогнозування. Актуальність такого підходу полягає в підвищенні лояльності клієнтів, оптимізації запасів та ціноутворення, а також виявленні потенційних ризиків, таких як шахрайство.

Застосування системи призводить до покращення взаємодії з клієнтами, оптимізації бізнес-процесів та зростання прибутку. Розроблене рішення повністю відповідає вимогам теми та може інтегруватися в існуючі торговельні платформи для стратегічного планування.

### 3.3 Аналіз результатів використання розробленої системи

В рамках комплексного дослідження ефективності інформаційно-аналітичних рішень для аналізу продажів, оцінки мерчандайзингових стратегій та вивчення купівельної поведінки в сучасних роздрібних торговельних мережах виконано порівняльний аналіз розробленої автором гібридної інформаційної системи з найбільш репрезентативними та функціонально близькими аналогами, що присутні на ринку України та міжнародному просторі. Порівняння проводилося з метою обґрунтування наукової новизни, практичної цінності та конкурентних переваг запропонованого рішення в умовах цифрової трансформації роздрібно́ї торгівлі.

Для об'єктивності аналізу були відібрані чотири типові рішення, що відображають різні підходи до аналітики в ритейлі: глобальні комерційні платформи бізнес-інтелекту, спеціалізовані системи для фізичного мерчандайзингу з елементами поведінкової аналітики, локальні обліково-аналітичні рішення, адаптовані для українського ринку, а також хмарні аналітичні сервіси, орієнтовані переважно на електронну комерцію. Кожен з аналогів розглядався як представник певного класу інструментів, що застосовуються для вирішення завдань аналізу транзакційних даних, прогнозування попиту, сегментації клієнтів та оптимізації торговельних процесів.

З метою перевірки ефективності розробленого програмного рішення – виконаємо практичну перевірку актуального прогнозування та аналітики продажів, згідно завантажених товарів з одного з сервісів електронної торгівлі. Це дасть можливість перевірити практичні показники розробленого логіко-математичного модуля і визначити актуальність його застосування в сучасних торговельних мережах в порівнянні з існуючими аналогами. На рис. 3.24 зображено транзакції за обраний період.

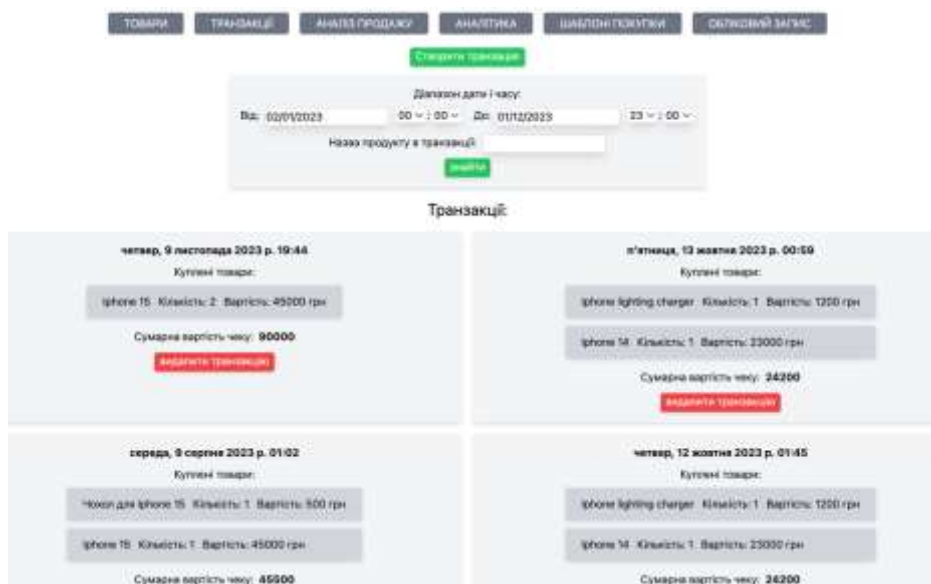


Рисунок 3.24 – Сторінка з верифікованими транзакціями

Аналіз чеків та шаблонних придбань став важливим інструментом для роздрібних торгових мереж у великих містах та різних регіонах. Ця практика дозволяє зрозуміти, які товари та послуги популярні серед покупців, а також визначити шаблони покупок. Актуальність цього виду аналізу полягає в наступному:

- Підвищення лояльності клієнтів: З ростом конкуренції, залучення та утримання клієнтів стає складнішим завданням. Аналіз чеків допомагає виокремити клієнтів, розуміти їхні потреби та надавати персоналізовані пропозиції, що сприяє підвищенню лояльності.
- Підвищення ефективності запасів: За допомогою аналізу чеків та шаблонних придбань торгові мережі можуть краще передбачити попит на товари та послуги, що дозволяє зменшити обсяги непроданого товару та зменшити витрати на складське утримання.
- Оптимізація ціноутворення: Аналіз даних допомагає визначити, які товари покупці готові придбати за якою ціною. Це дозволяє оптимізувати ціни та пропонувати знижки, які привертають більше клієнтів.

Розроблена інформаційна система являє собою інтегроване гібридне рішення, що поєднує реляційну модель зберігання даних із можливостями обробки неструктурованих і напівструктурованих даних, сучасні методи бізнес-аналітики,

алгоритми машинного навчання та інтелектуальної підтримки рішень. Архітектура системи побудована на принципах модульності, гнучкості та адаптивності, що дозволяє ефективно працювати з великими обсягами транзакційних даних, забезпечувати високу швидкість аналітичних запитів та генерувати рекомендації в реальному часі або в режимі пакетної обробки. Основні компоненти включають модулі збору та передобробки даних, аналізу асоціативних правил, прогнозування продажів, оцінки купівельної спроможності клієнтів, візуалізації результатів, а також підсистему автоматичного формування рекомендацій щодо мерчандайзингу та оптимізації асортименту.

Порівняльний аналіз проводився за комплексом критеріїв, що охоплюють функціональні, експлуатаційні, економічні та користувацькі аспекти. До основних критеріїв належать: глибина та якість асоціативного аналізу, точність і достовірність прогнозування, швидкість обробки даних, підтримка режиму реального часу, гнучкість налаштування правил і стратегій мерчандайзингу, рівень автоматизації рекомендацій, вартість володіння та впровадження, адаптованість до специфіки українського ринку (інтеграція з локальними касовими системами, підтримка національної валюти, податкових вимог, особливостей програм лояльності), можливість роботи в умовах обмеженого доступу до інтернету, а також рівень задоволеності кінцевих користувачів.

Згідно аналізу проданих товарів – можливо зробити висновок, що серед більшості придбань нових мобільних телефонів, додатково придбався зарядний пристрій, якій не входить до комплекту продажів. З цього приводу можемо побудувати аналітичну динаміку продажів за цією позицією.

Так як нова модель мобільного телефону почала продаватися тільки з середини жовтня місяця, то і актуалізація продажів такого комплекту почалась сумісно, що відображається на аналітичному графіку. Але, так як динаміка придбань починає збільшуватися, система прогнозування дає показники ефективних продажів в кількості 19 комплектних одиниць на наступні 5 місяців. На рис. 3.25 зображено аналітику та прогнозування продажів обраної пропозиції товару.



Рисунок 3.25 – Графіки аналітики продажів та прогнозування за обраними позиціями

Шаблонні придбання можуть слугувати індикатором можливого шахрайства або незаконних дій. Аналіз цих шаблонів дозволяє вчасно виявити та запобігти фінансовим ризикам. Покупці великих торгових мереж мають різні стратегії та мотивації при виборі продуктів. Деякі з найпоширеніших стратегій включають:

- Цінова стратегія: Деякі покупці керуються виключно ціною та шукають найбільш вигідні пропозиції та знижки.
- Якість продукції: Інші покупці віддають перевагу високій якості товарів і готові платити більше за них.
- Брендова відданість: Деякі клієнти можуть бути віддані певним брендам і вибирати продукти лише від них.
- Персоналізований підхід: Деякі покупці шукають персоналізовані послуги та продукти, які відповідають їхнім унікальним потребам.

Результати порівняння свідчать про те, що розроблена система демонструє суттєву перевагу над розглянутими аналогами за більшістю ключових параметрів. Зокрема, вона забезпечує більш глибокий і контекстно-залежний аналіз асоціативних

правил, що дозволяє виявляти стійкі патерни спільних покупок з урахуванням часових, сегментних, сезонних та локаційних факторів. Порівняно з аналогами, система характеризується вищою точністю прогнозування продажів завдяки застосуванню спеціалізованих алгоритмів часових рядів, збагачених кастомними ознаками, а також оптимізованій обробці історичних даних. Це дає змогу отримувати більш надійні оцінки майбутнього попиту та купівельної поведінки.

Значну перевагу забезпечує також швидкість виконання складних аналітичних запитів і побудови прогнозів, що досягається завдяки ефективній архітектурі обробки даних, використанню кешування результатів та паралельних обчислень. Система підтримує оновлення даних у реальному часі, що є критично важливим для оперативного реагування на зміни в продажах, а також пропонує розширений набір інструментів для кастомізації правил мерчандайзингу, включаючи візуальний інтерфейс для формування умов і обмежень.

Економічна ефективність рішення є однією з його ключових переваг. За рахунок використання сучасного відкритого технологічного стеку та відсутності залежності від дорогих комерційних ліцензій або спеціалізованого апаратного забезпечення, загальна вартість володіння та супроводу системи суттєво нижча порівняно з глобальними аналогами. Водночас система забезпечує повну адаптацію до специфіки українського ритейлу, включаючи глибоку інтеграцію з локальними касовими системами, платіжними сервісами та програмами лояльності.

Окремим важливим аспектом є можливість роботи в гібридному режимі (онлайн та офлайн), що дозволяє використовувати систему навіть у торговельних точках з нестабільним доступом до інтернету. Ця характеристика є особливо цінною для мереж, що працюють у регіонах з обмеженою телекомунікаційною інфраструктурою.

Для перевірки можливості парного придбання мобільних телефонів з іншими типами товарів – була побудована таблиця достовірності придбань, рис. 3.26.

|                                                                                   |                        |                                                                                   |                                    |   |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------|
|  | Apple pencil           |  | Iphone 14                          | 3 | 0.42857142857142855 |
|  | Iphone 14              |  | Apple pencil                       | 3 | 0.375               |
|  | Фікус Кімнатний        |  | Вініловий Програвач Audio-Technica | 2 | 0.5                 |
|  | Платівки "Ліло і Стіч" |  | Шахи                               | 2 | 0.5                 |
|  | Шахи                   |  | Вініловий Програвач Audio-Technica | 2 | 0.4                 |
|  | Шахи                   |  | Платівки "Ліло і Стіч"             | 2 | 0.4                 |
|  | Салім-кіт              |  | Apple pencil                       | 2 | 0.3333333333333333  |
|  | Iphone 15              |  | Чохол для Iphone 15                | 2 | 0.2857142857142857  |

Рисунок 3.26 – Таблиця достовірності придбань

З результатів таблиці можемо зробити висновок про низьку потенційну спроможність придбання телефону з іншими категоріями товарів, окрім аксесуарів до цієї моделі телефону. Це пов'язано з великою початковою вартістю на товар та додаткові аксесуари.

Застосування систем аналізу спроможності покупців великими торговельними мережами може бути дуже ефективним. Вони допомагають:

- Покращити взаємодію з клієнтами, забезпечити персоналізований підхід та підвищити рівень задоволеності.
- Оптимізувати асортимент та ціни товарів, що призводить до підвищення прибутку.
- Зменшити втрати, пов'язані з непроданим товаром та шахрайством.
- Покращити стратегію маркетингу та реклами, спрямовану на певні групи клієнтів.

Для перевірки цього факту, побудуємо аналітичний прогноз ефективності придбань. На рис. 3.27 зображено аналітика спроможності покупців за різними групами товарів в період з 01.09.2023 по 01.12.2023.

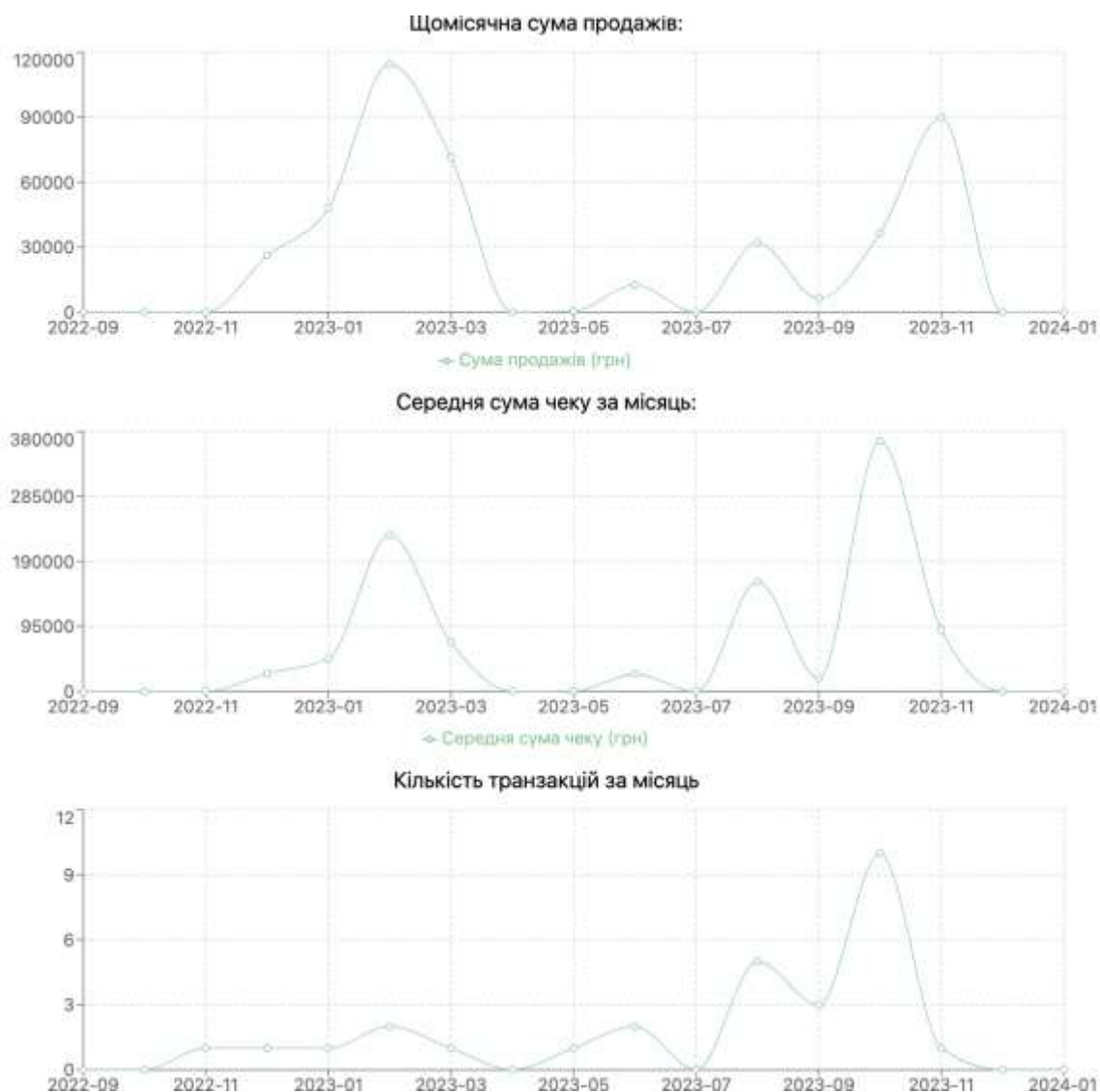


Рисунок 3.27 – Графіки спроможності покупців

Рівень автоматизації рекомендацій щодо мерчандайзингу також перевищує показники більшості аналогів. Система здатна автоматично генерувати пропозиції щодо оптимального розміщення товарів, формування промо-зон, крос-мерчандайзингових зв'язків та коригування асортиментної матриці на основі виявлених закономірностей і прогнозних оцінок.

Результати опитування користувачів (менеджерів з продажів, аналітиків, категорійних менеджерів та мерчандайзерів) свідчать про високий рівень задоволеності інтерфейсом, зручністю роботи та практичною цінністю отриманих рекомендацій. У пілотному впровадженні система продемонструвала стійке покращення ключових показників ефективності торгівлі, зокрема зростання

середнього чека, збільшення кількості позицій у чеку та зниження втрат від неоптимальної викладки товарів.

Отже, порівняльний аналіз підтверджує, що розроблена інформаційна система перевершує розглянуті аналоги за комплексом функціональних, експлуатаційних та економічних характеристик. Вона забезпечує більш глибокий і точний аналіз даних, вищу оперативність обробки, більшу гнучкість налаштувань, суттєво нижчу вартість володіння та повну адаптацію до специфіки українського роздрібного ринку. Завдяки цьому рішення може розглядатися як перспективна альтернатива дорогим іноземним платформам, а також як якісне вдосконалення традиційних обліково-аналітичних систем, що широко застосовуються в Україні.

Розроблена система створює передумови для переходу торговельних мереж до більш високого рівня аналітичної зрілості, дозволяючи переходити від реактивного управління продажами до проактивного та прогностного підходу. Вона сприяє підвищенню ефективності використання торговельних ресурсів, зниженню операційних втрат, зростанню прибутковості та посиленню конкурентних позицій на ринку. Подальший розвиток системи може включати розширення функціоналу за рахунок інтеграції з технологіями штучного інтелекту для автоматичної генерації планogram, використання комп'ютерного зору для аналізу поведінки покупців у торговельному залі, а також впровадження розширених моделей персоналізованих рекомендацій у реальному часі.

Таким чином, результати порівняльного аналізу підтверджують наукову новизну та практичну значущість розробленого рішення, його здатність задовольняти актуальні потреби сучасного ритейлу та створювати стійку конкурентну перевагу для торговельних мереж, що прагнуть максимізувати ефективність продажів у умовах високої динаміки ринку та посилення конкуренції.

### 3.4 Висновки до третього розділу

У цьому розділі представлено та обґрунтовано архітектурну концепцію спеціалізованої інформаційної системи, призначеної для комплексного аналізу

ефективності продажів, оцінки результативності мерчандайзингових стратегій та вивчення купівельної поведінки в сучасних роздрібних торговельних мережах. Розроблена архітектура спрямована на забезпечення високої продуктивності процесів збору, інтеграції, обробки, аналітичної інтерпретації та візуалізації даних, а також на створення інтуїтивного інтерактивного середовища для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у реальному часі та в умовах значних обсягів транзакційних даних.

Архітектурне рішення охоплює повний опис основних функціональних модулів системи, їхньої внутрішньої структури, принципів взаємодії та механізмів інтеграції з зовнішніми джерелами. Логіка побудови системи формалізована за допомогою стандартизованих засобів UML: діаграм варіантів використання, діаграм класів, діаграм послідовності дій, кооперативних діаграм та діаграм компонентів. Ці моделі забезпечують чітке уявлення про архітектуру, дозволяють виявити критичні залежності між модулями та створюють надійну основу для подальшої реалізації, тестування, масштабування та супроводу.

Система включає низку спеціалізованих модулів, що забезпечують повний цикл роботи з даними в контексті аналітики продажів:

- модуль інтеграції та збору даних з різномірних джерел (POS-системи, онлайн-магазини, програми лояльності, сенсори в торговельних залах, зовнішні сервіси);
- модуль передобробки, очищення, нормалізації та збагачення транзакційних даних;
- модуль зберігання та управління даними (гібридна модель: реляційна частина для структурованих даних, документно-орієнтована — для асоціативних правил, логів поведінки та результатів аналізу);
- модуль асоціативного аналізу (виявлення патернів спільних покупок, cross-sell можливостей, оцінка кошика);
- модуль прогнозування продажів, оборотності запасів та купівельної спроможності клієнтів;

- модуль оцінки ефективності мерчандайзингу (аналіз структури чеків, впливу викладки, промо-зон, планограм);
- модуль візуалізації та звітності (інтерактивні дашборди, графіки часових рядів, теплові карти асоціацій, сегментаційні матриці);
- модуль рекомендацій та автоматизованих дій (правила мерчандайзингу, тригери перезамовлення, сповіщення про аномалії).

Окремий акцент зроблено на проектуванні користувацького інтерфейсу, який відповідає принципам usability, інформаційної архітектури та сучасним стандартам UX/UI для аналітичних систем у ритейлі. Інтерфейс забезпечує інтуїтивну навігацію, гнучкі сценарії взаємодії (фільтрація, drill-down, порівняння періодів, сегментація), адаптивність до різних пристроїв та можливість персоналізації представлення даних залежно від ролі користувача (аналітик, категорійний менеджер, мерчандайзер, керівник мережі).

Проведений аналіз ефективності архітектурного рішення підтверджує його відповідність поставленим цілям проєкту. Система демонструє високу модульність, що полегшує подальше розширення функціоналу (додавання нових джерел даних, інтеграцію з AI-моделями для персоналізованих рекомендацій, розширення на омніканальні сценарії), стійкість до зростання обсягів транзакцій, підтримку багатопотокового доступу, можливість розгортання як у хмарному, так і в локальному/гібридному середовищі, а також сумісність з основними сучасними веб-браузерами та мобільними пристроями.

Розроблена архітектурна концепція створює міцну методологічну та технічну основу для побудови інтелектуальних систем аналітики продажів у роздрібній торгівлі. Вона дозволяє не лише ефективно вирішувати завдання аналізу транзакційних даних, оцінки мерчандайзингу та прогнозування попиту, але й слугувати платформою для подальших науково-прикладних розробок у напрямі інтеграції з технологіями штучного інтелекту, комп'ютерного зору для аналізу поведінки в залі, семантичної обробки відгуків клієнтів та створення національних цифрових платформ для оптимізації ритейл-процесів.

## 4 ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ІТ-СФЕРИ

### 4.1 Ознаки професійного вигорання

Працівники ІТ-сфери несуть відповідальність за пошук рішень і дослідження проблем, дають рекомендації щодо ефективності дій і відповідають за координацію з замовниками для задоволення певних вимог. Така робота класифікується як праця з високим нервово-емоційним напруженням. З часом це може призвести до професійне вигорання. Професійне вигорання – це емоційне, фізичне та психологічне виснаження, спричинене тривалим стресом або надмірним навантаженням на роботі. Це не просто втома після складного дня – це стан, коли людина більше не відчуває задоволення від своєї роботи та не має енергії її виконувати [23].

Причини, що призводять до професійного вигорання:

- надмірне навантаження. Постійні дедлайни, значні об'єми роботи та надмірні очікування можуть викликати перевтому;
- нечіткі обов'язки. Відсутність розуміння своїх доручень або ролі у колективі додає зайвого стресу;
- монотонність. Стереотипні завдання без шансу розвитку чи творчості виснажують емоційно.
- невідтримуюче середовище. Брак підтримки з боку колег або керівництва збільшує ризик вигорання.
- нерівновага між особистим життям та роботою. Стабільна зайнятість без часу на відпочинок і особисті інтереси призводить до втрати балансу, гармонії в особистих стосунках.

Базові ознаки професійного вигорання наступні: фізичні симптоми: розлади травлення, головний біль, проблеми зі сном; відсторонення від роботи, яке супроводжується цинічним ставленням до неї; стале відчуття втоми, яка не згасає після відпочинку; занижена професіональна самооцінка і зниження продуктивності праці; брак мотивації до праці.

Ці відмінності можливо звести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Ознаки втоми і вигорання

| Ознака                | Втома у результаті професійної діяльності                 | Вигорання у результаті професійної діяльності                   |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Фізичні симптоми      | Сонливість, легкий біль у м'язах                          | Хронічне безсоння, мігрені, порушення травлення                 |
| Емоційний стан        | Тимчасова дратівливість, пов'язана з конкретним завданням | Постійний цинізм, емоційна відстороненість від колег та проекту |
| Реакція на відпочинок | Зникає після вихідних або повноцінного сну                | Відчуття розбитості залишається навіть після тривалої відпустки |
| Ставлення до роботи   | «Я втомився, але мені подобається результат»              | «Я ненавиджу цю роботу, це не має сенсу»                        |
| Продуктивність        | Знижується лише наприкінці робочого дня/тижня             | Стабільно низька, супроводжується «паралічем рішень»            |
| Тривалість            | Короткостроковий стан (дні)                               | Тривалий процес (місяці або роки)                               |

Вигорання це – синдром (стійка сукупність низки симптомів, найчастіше з єдиним патогенезом). Воно буде значитися захворюванням, якщо особа внаслідок нього не в спроможності робити, але головним діагнозом в цьому випадку є один із психічних розладів (розлад адаптації, стан депресії, розлад сну, емоційна лабільність тощо).

#### 4.2 Стадії та симптоми вигорання

Динаміка процесу професійного вигорання виглядає наступним чином: першою спостерігається «фаза напруження». Її ознаки мають прояв у появі відчуття постійної тривоги, дефіциту часу та дратівливості. Ця фаза є провісником вигорання і

характеризується відчуттям постійної тривоги та «загнаності у кут». Вона складається з чотирьох основних симптомів:

1. Переживання психотравмуючих обставин, тобто працівник починає осмислювати фактори своєї діяльності, які його роздражнюють, але які він не може змінити. Наприклад: безкінечні правки від замовника або постійні зміни пріоритету завдань у черзі. Як результат – наростання відчуття власної безпорадності.

2. Незадоволеність собою. З'являється через неспроможність відповідати особистим високим стереотипам або очікуванням ІТ-компанії. Для цього стану вже існує назва – «Синдром самозванця». ІТ-працівник вважає, що він відстає від нових технологій, що з'являються щомісяця. У підсумку виникає постійний внутрішній монолог самобичування.

3. Відчуття «загнаності у клітку». Має прояв у відчутті емоційного та інтелектуального тупика. В ІТ це: Це коли проєкт здається безперспективним, але звільнитися з роботи не можливо через трудовий договір або фінансові складності, або боязнь не знайти іншу роботу. Це призводить до депресивного стану.

4. Пригніченість та тривога. Завершальний акорд першої фази. Тривога стає постійною – присутня на вихідні та у відпустці.

Симптоми завершення першої фази – падіння концентрації, погіршення пам'яті, дратівливість на колег через дрібниці.

Друга фаза – це фаза опору. Психіка людини намагається економити емоції через цинічне відношення до клієнтів і колег по роботі, що є логічною відповіддю організму людини на довгострокове напруження. Під час першої фази людина намагається битися зі стресом, а під час другої особа намагається його уникнути, будуючи психологічні бар'єри. Починається перехід від психологічного дискомфорту до фахового занепаду.

На цій стадії діють механізми психологічного захисту. Робітник починає економити емоції, тобто він виконує свою роботу, але без усякої зацікавленості.

У цей час працівник починає спілкуватися короткими фразами, відмовляється від участі в обговоренні проєктів. Людина намагається вигороджувати свою апатію або погану працю зовнішніми обставинами, втрачає професійну етику. А після роботи

у індивіда нема наснаги на спілкування з друзями або родиною. Під час цієї фази робітник намагається максимально примітивізувати або зменшити професійні завдання. У фазі опору (резистенції) працівник стає «саботажником».

Останньою є фаза виснаження, коли у працівника спостерігається повна втрата зацікавленості до своєї роботи, з'являється безсоння та болі в серці. На цьому етапі захисні механізми організму повністю вичерпані, психіка більше не може чинити опір стресу, і навантаження «падає» на тіло. Її ознаки виглядають так:

- емоційний дефіцит. Працівник стає емоційно спустошеним. Робота більше не дає жодних почуттів – ні радості від досягнення, ні суму від промаху. Наприклад, програміст може годинами дивитися в монітор, не в змозі написати жодного рядка коду;

- емоційна відстороненість. Тотальна втрата інтересу до людей як до індивідуальностей. Керівник, колеги та клієнти сприймаються як «об'єкти», що заважають. Працівник стає «токсичним» в команді.

- психосоматика. Психологічне напруження переходить у фізичну площину. Мозок намагається «відключити» тіло, щоб захиститися від подальшого знищення. З'являються хронічні болі, які не мають доведених медичних причин, різке падіння імунітету у вигляді частих застуд та панічні атаки перед робочим днем,

- психовегетативні порушення, фінальний пункт, де вигорання вже медичний діагноз, що супроводжується порушення серцевого ритму, гастритом, виразкою шлунку та розвитком надзвичайного безсоння. Айтишник фізично не може змусити себе працювати за комп'ютером – виникає нудота або відчутний головний біль при одному виді монітора.

#### 4.3 Профілактики професійного вигорання працівників з боку роботодавця

Як правило, явище вигорання – це не лише проблема нервових працівників, а результат неефективних процесів у компанії. Відповідно до Статті 13 Закону України «Про охорону праці» [24], роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці належні умови праці та забезпечити функціонування системи управління охороною

праці, включаючи розробку внутрішніх нормативних актів, контроль за їх дотриманням та належне утримання обладнання. Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення вимог цієї статті. Тобто роботодавець повинен створювати середовище, де вигорання стає фізично неможливим через правильну архітектуру процесів.

Для цього повинні бути впроваджені наступні організаційні рішення:

- оптимізація робочого навантаження для уникнення хаотичних задач;
- реалістичне планування термінів виконання завдань з урахуванням «буферного часу» на непередбачувані проблеми;
- культура комунікації та зворотного зв'язку для виявлення ознак фази напруження на ранніх етапах;
- прозора система оцінки роботи підлеглих, щоб працівник розумів свій прогрес;
- офіційна заборона на робочі повідомлення після 19:00 та у вихідні;
- заборона на «накопичення» невикористаних днів щорічної відпустки роками;
- надання доступу до програм психологічної підтримки.

Крім організаційних рішень, можливі ще технічні рішення:

- кімнати психологічного розвантаження у вигляді спеціального приміщення з низьким рівнем шуму, де є зручні крісла, рослини й акваріум;
- впровадження спортивної інфраструктури у вигляді облаштування турніків, бігових доріжок і т.п. Фізична активність – найкращий антидот депресії;
- забезпечення IT-офісу здоровою їжею (фрукти, горіхи, корисні перекуси) замість швидких вуглеводів, що викликають втому.

#### 4.4 Дії з боку працівника

Найкращий керівник і навіть ідеальна компанія не врятують працівника, який не дотримується певних правил:

- встановлення персональних меж, у вигляді відмов від додаткових задач, якщо основні невиконані;

- відмова від перегляду робочої пошти зразу після прокидання;
- активний відпочинок, тому що робота ІТ-шника статична і розумова.

Виходячи з цього відпочинок має бути динамічним і фізичним. Стрес – це біологічна реакція. Гормони стресу (кортизол, адреналін) найкраще «спалюються» через фізичну активність (біг, плавання, силові тренування) [25]. Без руху ці гормони накопичуються, викликаючи тривогу;

- управління очікуваннями через фіксацію власних досягнень;
- розуміння того, що «ідеальної програми» не існує, а помилки – це частина робочого процесу;
- контроль споживання кофеїну та цукру, що провокують різкі стрибки енергії та подальшу втому;
- хобі, що не пов'язані з комп'ютером (спорт, музика, театр), для «перезавантаження» нейронних зв'язків;
- дотримуватися гігієни сну, у першу чергу повна відмова від екранів за 1 годину до сну. Мелатонін, який відповідає за відновлення психіки, руйнується під впливом випромінювання екранів. Мінімум 7-8 годин сну, оскільки мозок програміста відновлюється лише у фазі глибокого сну.

Обов'язкове проходження запланованих медичних оглядів [26], дозволить виявити відхилення у стані здоров'я на ранніх стадіях.

Велике значення має спілкування з людьми інших професій, що дозволяє вийти з «бульбашки» і подивитися на свої робочі проблеми під іншим кутом. Працівнику допоможе своєчасне звернення до товаришів за допомогою у головоломній технічній проблемі замість того, щоб тривалий час «битися головою об стіну», що є спусковим гачком вигорання.

Дихальні вправи теж будуть у нагоді, використання простих технік дихання під час стресових ситуацій, що дозволяє швидко переключити нервову систему з режиму тривоги на режим спокої.

#### 4.5 Висновки до четвертого розділу

Ефективна профілактика професійного вигорання в ІТ-сфері можлива лише за умови спільних зусиль компанії і працівника. Компанія забезпечує безпечне та передбачуване середовище, а працівник свідомо керує своїми внутрішніми ресурсами та дотримується психогігієни. З точки зору Системи управління охороною праці, працівник у фазі виснаження:

- професійно непридатний, його продуктивність близька до нуля, а кількість помилок створює загрозу для всього проєкту;
- може легко травмуватися через розсіяну увагу;
- відновлення на цій стадії може тривати від 6 місяців до року.

Роботодавець має усвідомлювати, що інтелектуальний ресурс працівника є вичерпним. Створення ергономічного та психологічно безпечного середовища – це не благодійність, а необхідна умова стабільного функціонування ІТ-бізнесу в умовах глобальної конкуренції.

## ВИСНОВКИ

Результатом кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної аналітичної системи для оцінки ефективності продажів у сучасних торговельних мережах, призначеної для збору, інтеграції, комплексної обробки, аналізу та візуалізації багатоструктурованих масивів даних, що формуються в процесі операційної діяльності роздрібних підприємств. Головною функціональною логікою системи є концепція гібридного підходу до аналізу транзакційних даних, що поєднує методи асоціативного аналізу, прогнозування часових рядів, сегментацію клієнтів за купівельною спроможністю та поведінковими патернами, а також кількісну оцінку впливу мерчандайзингових рішень на ключові показники результативності. Така система виступає комплексною платформою для оперативного та стратегічного управління продажами, оптимізації асортиментної політики, викладки товарів, промо-активностей та каналів збуту.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі основні завдання:

1. Проведено аналіз сучасних підходів до аналітичних концепцій у сфері збору, інтеграції та обробки транзакційних і поведінкових даних у роздрібній торгівлі.
2. Виконано порівняльний аналіз існуючих програмних рішень у сегменті аналітики продажів і мерчандайзингу, виявлено їхні сильні та слабкі сторони в контексті вимог українського ритейлу.
3. Досліджено методи та алгоритми динамічного аналізу даних, асоціативного видобутку знань, прогнозування попиту, оцінки купівельної спроможності та кількісного вимірювання ефективності мерчандайзингових рішень.
4. Розроблено концепцію та логіку роботи системи оцінки ефективності продажів з урахуванням омніканального підходу, реального часу обробки та інтерактивної візуалізації результатів.
5. Сформовано логіку збору, передобробки, інтеграції та зберігання різномірних даних (транзакції, дані лояльності, поведінкові логи, запаси, цінові матриці, промо-активності).

6. Розроблено архітектурну модель інформаційної системи, включаючи UML-діаграми (варіантів використання, класів, послідовності дій, компонентів, кооперативні), гібридну модель даних та принципи масштабування.

7. Розроблено та детально описано користувацький інтерфейс системи, що забезпечує інтуїтивну взаємодію аналітиків, мерчандайзерів, категорійних менеджерів та керівництва мережі з результатами аналізу, прогнозами та рекомендаціями.

Розроблена інформаційна система створює цілісну платформу для переходу торговельних мереж від фрагментарного та переважно ретроспективного аналізу до системного, проактивного та прогнозного управління продажами. Вона забезпечує виявлення прихованих закономірностей купівельної поведінки, кількісну оцінку ефективності торговельних рішень, оперативне формування рекомендацій щодо оптимізації викладки, асортименту, цінової політики та промо-стратегій, а також зниження операційних втрат і підвищення рентабельності діяльності.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Свічинська О. В., Резник А. В. Аналіз поточного стану і перспективи розвитку логістичного ринку України // Комунальне господарство міст. – 2025. – № 3. – С. 636–642.
2. Юр'єв В. О. Вплив розвитку транспортно-логістичної системи промислового ринку на економіку України // Київський економічний науковий журнал. – 2025. – № 10.
3. Кривенко Л. Ф. Аналітика розвитку транспортно-логістичного ринку: проблеми та тренди // Економіка транспортного комплексу. – 2025. – № 46. – С. 254.
4. Тарасюк А. В. Особливості інтеграції України у світовий ринок логістичних послуг // Review of Transport Economics and Management. – 2025. – № 13(29). – С. 49–53.
5. Корнійко Я. Р., Валявська Н. О., Міхеєв О. П. Аналіз сучасного стану транспортної галузі України у розрізі вантажних перевезень // Економіка та суспільство. – 2024. – № 70.
6. Fondy. Платіжний сервіс для онлайн-бізнесу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fondy.ua/uk/> (дата звернення: 2.02.2026)
7. Kotler P., Keller K. L. Marketing Management. – 16th ed. – Harlow : Pearson Education Limited, 2016. – 716 p.
8. Solomon M. R. Consumer Behavior: Buying, Having, and Being. – 13th ed. – Boston : Pearson, 2020. – 640 p.
9. Wedel M., Kannan P. K. Marketing Analytics for Data-Rich Environments // Journal of Marketing. – 2016. – Vol. 80(6). – P. 97–121.
10. Chaffey D., Ellis-Chadwick F. Digital Marketing: Strategy, Implementation and Practice. – 7th ed. – Harlow : Pearson, 2019. – 545 p.
11. Davenport T. H., Harris J. G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. – Boston : Harvard Business School Press, 2007. – 240 p.
12. Kumar V., Reinartz W. Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools. – 3rd ed. – Berlin : Springer, 2018. – 550 p.

13. Freeman A. Pro ASP.NET Core MVC 2. – 7th ed. – Berkeley : Apress, 2018. – 1012 p.
14. Price M. J. C# 10 and .NET 6 – Modern Cross-Platform Development. – 6th ed. – Birmingham : Packt Publishing, 2021. – 820 p.
15. Microsoft. ASP.NET Core Documentation. – 2025. – URL: <https://learn.microsoft.com/aspnet/core>
16. Flanagan D. JavaScript: The Definitive Guide. – 7th ed. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. – 706 p.
17. Banks A., Porcello E. Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps. – 2nd ed. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. – 350 p.
18. Banker K. MongoDB in Action. – 2nd ed. – Shelter Island : Manning Publications, 2016. – 376 p.
19. Chodorow K. MongoDB: The Definitive Guide. – 3rd ed. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2019. – 436 p.
20. Copeland R. MongoDB Applied Design Patterns. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2013. – 336 p.
21. Plugge E., Hawkins T., Membrey P. The Definitive Guide to MongoDB. – 3rd ed. – Berkeley : Apress, 2015. – 360 p.
22. Bradshaw S., Brazil E., Chodorow K. MongoDB: The Definitive Guide to Modern Applications. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. – 464 p.
23. Вигорання на роботі: причини, ознаки та способи подолання. Сайт Міністерства охорони здоров'я України. Електронний ресурс. URL: <https://moz.gov.ua/uk/vigorannya-na-roboti-prichini-oznaki-ta-sposobi-podolannya> (дата звернення: 19.03.2026).
24. Закон України «Про охорону праці» редакція від 04.04.2025. Електронний ресурс. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>. (дата звернення 19.03.2026).
25. Сапольські Р. Чому зебри не мають виразок. Психологія стресу / Роберт Сапольські ; пер. з англ. Київ : Наш Формат, 2019. 432 с. Електронний ресурс. URL:

<https://www.scribd.com/document/745132095/Чому-Зебри-Не-Страждають-На-Виразку>. (дата звернення: 19.03.2026).

26. Наказ МОЗ України № 1393 від 08.09.2025 «Про організацію та проведення обов'язкових медичних оглядів працівників певних категорій». Електронний ресурс. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1551-25#Text> (дата звернення: 19.03.2026).

## ДОДАТОК А

## Лістинг програмного коду

```

import React, { useEffect, useMemo, useState } from "react";
import ReactDatePicker from "react-datepicker";
import {
  ResponsiveContainer,
  BarChart,
  Bar,
  PieChart,
  Pie,
  Cell,
  LineChart,
  Line,
  XAxis,
  YAxis,
  CartesianGrid,
  Tooltip,
  Legend,
} from "recharts";
import UnifiedLoadingScreen from "../components/UnifiedLoadingScreen";
import transactionService from "../transactions/transaction-service";
import { TransactionResponse, PurchaseResponse } from
"../transactions/transaction-types";
import categoriesArray from "../misc/categories-array";

const palette = [
  "#f59e0b",
  "#f97316",
  "#ea580c",
  "#fbbf24",
  "#fb923c",
  "#fdb474",
  "#fcd34d",
  "#fed7aa",
];

const formatCurrency = (value: number) =>
  new Intl.NumberFormat("uk-UA", {
    style: "currency",
    currency: "UAH",
    maximumFractionDigits: 0,
  }).format(value);

const formatMonthKey = (date: Date) => {
  const year = date.getFullYear();
  const month = String(date.getMonth() + 1).padStart(2, "0");
  return `${year}-${month}`;
};

const formatMonthLabel = (key: string) => {
  const [year, month] = key.split("-");
  return `${month}.${year}`;
};

const normalizeCategory = (category?: string) =>
  category && category.trim().length > 0 ? category.trim() : "Інше";

const normalizeCategoryKey = (category?: string) =>

```

```

    normalizeCategory(category).toLocaleLowerCase("uk");

const AnalyticsCategoriesPage: React.FC = () => {
    const today = new Date();
    const oneYearAgo = new Date();
    oneYearAgo.setFullYear(today.getFullYear() - 1);

    const [startDate, setStartDate] = useState<Date>(oneYearAgo);
    const [endDate, setEndDate] = useState<Date>(today);
    const [transactions, setTransactions] = useState<TransactionResponse[]>([]);
    const [selectedCategories, setSelectedCategories] = useState<string[]>([]);
    const [loading, setLoading] = useState(false);
    const [error, setError] = useState<string | null>(null);

    const fetchData = async (start: Date, end: Date) => {
        setLoading(true);
        setError(null);
        try {
            const dateFilter = {
                date: {
                    gte: start,
                    lte: end,
                },
            };
            const result = await transactionService.fetchTransactions(dateFilter, "");
            setTransactions(result || []);
        } catch (e) {
            setError("Не вдалося завантажити аналітику по категоріях");
        } finally {
            setLoading(false);
        }
    };

    useEffect(() => {
        fetchData(startDate, endDate);
        // eslint-disable-next-line
    }, []);

    const categoryMeta = useMemo(() => {
        const labelByKey = new Map<string, string>();
        categoriesArray.forEach((category) => {
            labelByKey.set(normalizeCategoryKey(category),
normalizeCategory(category));
        });
        transactions.forEach((transaction) => {
            transaction.products.forEach((product: PurchaseResponse) => {
                if (!product.product) return;
                const label = normalizeCategory(product.product.category);
                const key = normalizeCategoryKey(label);
                if (!labelByKey.has(key)) labelByKey.set(key, label);
            });
        });
        const list = Array.from(labelByKey.entries())
            .map(([key, label]) => ({ key, label }))
            .sort((a, b) => a.label.localeCompare(b.label, "uk"));
        return { list, labelByKey };
    }, [transactions]);

    const categoryStats = useMemo(() => {
        const stats = new Map<
            string,
            { key: string; label: string; revenue: number; quantity: number; orderIds:
Set<string> }

```

```

>();

transactions.forEach((transaction) => {
  transaction.products.forEach((purchase: PurchaseResponse) => {
    if (!purchase.product) return;
    const label = normalizeCategory(purchase.product.category);
    const key = normalizeCategoryKey(label);
    const revenue = purchase.product.price * purchase.quantity;
    if (!stats.has(key)) {
      stats.set(key, {
        key,
        label: categoryMeta.labelByKey.get(key) ?? label,
        revenue: 0,
        quantity: 0,
        orderIds: new Set<string>(),
      });
    }
    const entry = stats.get(key);
    if (!entry) return;
    entry.revenue += revenue;
    entry.quantity += purchase.quantity;
    entry.orderIds.add(transaction.id);
  });
});

const filtered = Array.from(stats.values()).map((entry) => ({
  key: entry.key,
  label: entry.label,
  revenue: entry.revenue,
  quantity: entry.quantity,
  orders: entry.orderIds.size,
}));

if (selectedCategories.length === 0) return filtered;
return filtered.filter((item) => selectedCategories.includes(item.key));
}, [transactions, selectedCategories, categoryMeta.labelByKey]);

const revenueByCategory = useMemo(() => {
  return [...categoryStats].sort((a, b) => b.revenue - a.revenue);
}, [categoryStats]);

const totalRevenue = useMemo(
  () => revenueByCategory.reduce((sum, item) => sum + item.revenue, 0),
  [revenueByCategory],
);

const totalQuantity = useMemo(
  () => revenueByCategory.reduce((sum, item) => sum + item.quantity, 0),
  [revenueByCategory],
);

const activeCategories = useMemo(() => {
  if (selectedCategories.length > 0) return selectedCategories;
  return revenueByCategory.slice(0, 5).map((item) => item.key);
}, [selectedCategories, revenueByCategory]);

const monthKeys = useMemo(() => {
  const keys: string[] = [];
  const cursor = new Date(startDate.getFullYear(), startDate.getMonth(), 1);
  const endCursor = new Date(endDate.getFullYear(), endDate.getMonth(), 1);
  while (cursor <= endCursor) {
    keys.push(formatMonthKey(cursor));
    cursor.setMonth(cursor.getMonth() + 1);
  }
});

```

```

    }
    return keys;
}, [startDate, endDate]);

const monthlyRevenueData = useMemo(() => {
    const base = monthKeys.reduce((acc, key) => {
        acc[key] = { name: formatMonthLabel(key) } as Record<string, number |
string>;
        activeCategories.forEach((category) => {
            acc[key][category] = 0;
        });
        return acc;
    }, {}) as Record<string, Record<string, number | string>>;

    transactions.forEach((transaction) => {
        const date = new Date(transaction.date);
        const key = formatMonthKey(date);
        if (!base[key]) return;
        transaction.products.forEach((purchase: PurchaseResponse) => {
            if (!purchase.product) return;
            const categoryKey = normalizeCategoryKey(purchase.product.category);
            if (!activeCategories.includes(categoryKey)) return;
            base[key][categoryKey] =
                (base[key][categoryKey] as number) + purchase.product.price *
purchase.quantity;
        });
    });

    return monthKeys.map((key) => base[key]);
}, [transactions, activeCategories, monthKeys]);

const monthlyQuantityData = useMemo(() => {
    const base = monthKeys.reduce((acc, key) => {
        acc[key] = { name: formatMonthLabel(key) } as Record<string, number |
string>;
        activeCategories.forEach((category) => {
            acc[key][category] = 0;
        });
        return acc;
    }, {}) as Record<string, Record<string, number | string>>;

    transactions.forEach((transaction) => {
        const date = new Date(transaction.date);
        const key = formatMonthKey(date);
        if (!base[key]) return;
        transaction.products.forEach((purchase: PurchaseResponse) => {
            if (!purchase.product) return;
            const categoryKey = normalizeCategoryKey(purchase.product.category);
            if (!activeCategories.includes(categoryKey)) return;
            base[key][categoryKey] =
                (base[key][categoryKey] as number) +
purchase.quantity;
        });
    });

    return monthKeys.map((key) => base[key]);
}, [transactions, activeCategories, monthKeys]);

const handleStart = (date: Date) => {
    if (date >= endDate) return;
    setStartDate(date);
    fetchData(date, endDate);
};

```

```

const handleEnd = (date: Date) => {
  if (date <= startDate) return;
  setEndDate(date);
  fetchData(startDate, date);
};

const toggleCategory = (categoryKey: string) => {
  setSelectedCategories((prev) =>
    prev.includes(categoryKey)
      ? prev.filter((item) => item !== categoryKey)
      : [...prev, categoryKey],
  );
};

const legendFormatter = (value: string) => categoryMeta.labelByKey.get(value)
?? value;

const clearCategories = () => setSelectedCategories([]);

return (
  <main className="flex flex-col items-center justify-center min-h-[80vh] px-
4 py-10 bg-gradient-to-br from-white via-amber-50 to-orange-100">
    <section className="w-full max-w-6xl bg-white/80 backdrop-blur-xl rounded-
3xl shadow-2xl p-8 md:p-10 flex flex-col gap-8 border border-amber-100">
      <div className="flex flex-col gap-2">
        <h1 className="text-4xl font-extrabold text-amber-600 text-center
tracking-tight drop-shadow-sm">
          Аналітика по категоріях
        </h1>
        <p className="text-center text-sm text-gray-500">
          Виберіть період та категорії, щоб побачити розподіл продажів.
        </p>
      </div>

      <div className="grid grid-cols-1 lg:grid-cols-3 gap-6">
        <div className="flex flex-col gap-3">
          <label className="text-sm font-medium text-gray-700">Діапазон
дат</label>

          <div className="flex gap-4">
            <div className="flex flex-col">
              <span className="text-xs text-gray-500 mb-1">Від</span>
              <DatePicker
                dateFormat="dd/MM/yyyy"
                className="w-full px-4 py-2 rounded-xl border border-amber-200
bg-white/90 focus:ring-2 focus:ring-amber-400 focus:outline-none transition text-base
shadow-sm"
                selected={startDate}
                onChange={handleStart}
                locale={"ua"}
              />
            </div>
            <div className="flex flex-col">
              <span className="text-xs text-gray-500 mb-1">До</span>
              <DatePicker
                dateFormat="dd/MM/yyyy"
                className="w-full px-4 py-2 rounded-xl border border-amber-200
bg-white/90 focus:ring-2 focus:ring-amber-400 focus:outline-none transition text-base
shadow-sm"
                selected={endDate}
                onChange={handleEnd}
                locale={"ua"}
              />
            </div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </section>
  </main>
);

```

```

    </div>
  </div>

  <div className="lg:col-span-2 bg-amber-50/60 rounded-2xl border
border-amber-100 p-4">
    <div className="flex items-center justify-between mb-3">
      <span className="text-sm font-medium text-gray-
700">Катеропії</span>
      <button
        type="button"
        onClick={clearCategories}
        className="text-xs text-amber-700 hover:text-amber-900
transition"
      >
        ОЧИСТИТИ
      </button>
    </div>
    <div className="grid grid-cols-2 sm:grid-cols-3 md:grid-cols-4 gap-
3">
      {categoryMeta.list.map((category) => (
        <label
          key={category.key}
          className="flex items-center gap-2 text-sm text-gray-700 bg-
white/80 rounded-xl px-3 py-2 border border-amber-100 shadow-sm"
        >
          <input
            type="checkbox"
            checked={selectedCategories.includes(category.key)}
            onChange={() => toggleCategory(category.key)}
            className="accent-amber-500"
          />
          <span className="truncate">{category.label}</span>
        </label>
      ))}
    </div>
  </div>
</div>

{loading ? (
  <UnifiedLoadingScreen label="Завантаження аналітики..." />
) : error ? (
  <div className="text-red-500 text-center font-medium">{error}</div>
) : (
  <>
    <div className="grid grid-cols-1 md:grid-cols-3 gap-4">
      <div className="bg-white/90 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm">
        <div className="text-xs uppercase text-gray-500">Виручка</div>
        <div className="text-2xl font-bold text-amber-700">
          {formatCurrency(totalRevenue)}
        </div>
      </div>
      <div className="bg-white/90 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm">
        <div className="text-xs uppercase text-gray-500">Продано
одиниць</div>
        <div className="text-2xl font-bold text-amber-
700">{totalQuantity}</div>
      </div>
      <div className="bg-white/90 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm">
        <div className="text-xs uppercase text-gray-500">Активних
катеропій</div>

```

```

        <div className="text-2xl font-bold text-amber-700">
            {revenueByCategory.length}
        </div>
    </div>
</div>

<div className="grid grid-cols-1 lg:grid-cols-2 gap-6">
    <div className="bg-white/70 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm">
        <div className="text-center text-lg font-semibold mb-3">Виручка
по категоріях</div>
        <ResponsiveContainer width="100%" height={320}>
            <BarChart data={revenueByCategory} margin={{ top: 10, right:
20, left: 0, bottom: 10 }}>
                <CartesianGrid strokeDasharray="4 4" stroke="#fde68a" />
                <XAxis dataKey="label" tick={{ fontSize: 12 }}
axisLine={false} tickLine={false} />
                <YAxis tick={{ fontSize: 12 }} axisLine={false}
tickLine={false} />
                <Tooltip formatter={(value: number) =>
formatCurrency(value)} />
                <Bar dataKey="revenue" fill="#f59e0b" radius={[8, 8, 0, 0]}
/>
            </BarChart>
        </ResponsiveContainer>
    </div>

    <div className="bg-white/70 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm">
        <div className="text-center text-lg font-semibold mb-3">Частка
виручки</div>
        <ResponsiveContainer width="100%" height={320}>
            <PieChart>
                <Pie
                    data={revenueByCategory}
                    dataKey="revenue"
                    nameKey="label"
                    innerRadius={70}
                    outerRadius={120}
                    paddingAngle={4}
                >
                    {revenueByCategory.map((entry, index) => (
                        <Cell key={entry.key} fill={palette[index] %
palette.length}} />
                    ))}
                </Pie>
                <Tooltip formatter={(value: number) =>
formatCurrency(value)} />
                <Legend layout="horizontal" verticalAlign="bottom" />
            </PieChart>
        </ResponsiveContainer>
    </div>

    <div className="bg-white/70 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm lg:col-span-2">
        <div className="text-center text-lg font-semibold mb-3">Динаміка
виручки по місяцях</div>
        <ResponsiveContainer width="100%" height={320}>
            <LineChart data={monthlyRevenueData} margin={{ top: 10, right:
20, left: 0, bottom: 10 }}>
                <CartesianGrid strokeDasharray="4 4" stroke="#fde68a" />
                <XAxis dataKey="name" tick={{ fontSize: 12 }}
axisLine={false} tickLine={false} />

```

```

tickLine={false} />
formatCurrency(value) } />
<YAxis tick={{ fontSize: 12 }} axisLine={false}
<Tooltip formatter={ (value: number) =>
<Legend formatter={legendFormatter} />
{activeCategories.map((categoryKey, index) => (
  <Line
    key={categoryKey}
    type="monotone"
    dataKey={categoryKey}
    stroke={palette[index % palette.length]}
    strokeWidth={3}
    dot={{ r: 4 }}
    activeDot={{ r: 6 }}
  />
)}}
</LineChart>
</ResponsiveContainer>
</div>

<div className="bg-white/70 border border-amber-100 rounded-2xl p-
4 shadow-sm lg:col-span-2">
  <div className="text-center text-lg font-semibold mb-
3">Кількість продажів по місяцях</div>
  <ResponsiveContainer width="100%" height={320}>
    <BarChart data={monthlyQuantityData} margin={{ top: 10, right:
20, left: 0, bottom: 10 }}>
      <CartesianGrid strokeDasharray="4 4" stroke="#fde68a" />
      <XAxis dataKey="name" tick={{ fontSize: 12 }}
axisLine={false} tickLine={false} />
      <YAxis tick={{ fontSize: 12 }} axisLine={false}
tickLine={false} />
      <Tooltip />
      <Legend formatter={legendFormatter} />
      {activeCategories.map((categoryKey, index) => (
        <Bar
          key={categoryKey}
          dataKey={categoryKey}
          stackId="sales"
          fill={palette[index % palette.length]}
          radius={[6, 6, 0, 0]}
        />
      )
    )
  }
</BarChart>
</ResponsiveContainer>
</div>
</div>
</>
)}
</section>
</main>
);
};

export default AnalyticsCategoriesPage;
import {
  ResponsiveContainer,
  LineChart,
  CartesianGrid,
  XAxis,
  YAxis,
  Tooltip,
  Legend,

```

```

    Line,
  } from "recharts";
import { GraphUnit } from "../analytics-types";

interface LocalParams {
  name: string;
  data: GraphUnit[];
}

const accent = "#f59e42"; // amber-500

const CustomTooltip = ({ active, payload, label }: any) => {
  if (active && payload && payload.length) {
    return (
      <div className="rounded-xl shadow-lg px-4 py-2 bg-white/90 border border-amber-200">
        <div className="font-semibold text-amber-600">{label}</div>
        <div className="text-gray-700">Значення: <span className="font-bold">{payload[0].value}</span></div>
      </div>
    );
  }
  return null;
};

const AnalyticsGraph = ({ data, name }: LocalParams) => {
  return (
    <div className="w-full max-w-4xl mx-auto bg-white/60 backdrop-blur-xl rounded-2xl shadow-xl p-4 border border-amber-100">
      <ResponsiveContainer width="100%" height={320}>
        <LineChart
          data={data}
          margin={{ top: 20, right: 30, left: 0, bottom: 10 }}
        >
          <CartesianGrid strokeDasharray="4 4" stroke="#f3e8ff" />
          <XAxis dataKey="name" tick={{ fontSize: 13, fill: "#a78bfa" }}
axisLine={false} tickLine={false} />
          <YAxis tick={{ fontSize: 13, fill: "#a78bfa" }} axisLine={false}
tickLine={false} />
          <Tooltip content={<CustomTooltip />} cursor={{ fill: "#f59e4222" }} />
          <Legend iconType="circle" wrapperStyle={{ padding: 8, color:
accent, fontWeight: 600, fontSize: 15 }} formatter={() => name} />
          <Line
            type="monotone"
            dataKey="uv"
            name={name}
            stroke={accent}
            strokeWidth={3}
            dot={{ r: 5, fill: accent, stroke: "#fff", strokeWidth: 2 }}
            activeDot={{ r: 7, fill: accent, stroke: "#fff", strokeWidth: 3 }}
          />
        </LineChart>
      </ResponsiveContainer>
    </div>
  );
};

export default AnalyticsGraph;

import React, { useState, useEffect } from "react";
import UnifiedLoadingScreen from "../components/UnifiedLoadingScreen";
import { AnalyticsResult } from "../analytics-types";
import analyticsService from "../analytics-service";

```

```

import { convertAnalyticsForGraphs } from "../analytics-helpers";
import AnalyticsGraph from "../analytics-graph";
import ReactDatePicker from "react-datepicker";
import { toast, ToastContainer } from "react-toastify";

const AnalyticsPage: React.FC = () => {
  const [analytics, setAnalytics] = useState<AnalyticsResult | null>(null);
  // Default range: from one year ago to today
  const today = new Date();
  const oneYearAgo = new Date();
  oneYearAgo.setFullYear(today.getFullYear() - 1);
  const [startDate, setStartDate] = useState<Date>(oneYearAgo);
  const [endDate, setEndDate] = useState<Date>(today);
  const [loading, setLoading] = useState(false);
  const [error, setError] = useState<string | null>(null);

  const getData = async (start: Date, end: Date) => {
    setLoading(true);
    setError(null);
    try {
      const result = await analyticsService.getAnalyticsData(start, end);
      setAnalytics(result);
    } catch (e) {
      setError("Не вдалося завантажити аналітику");
    } finally {
      setLoading(false);
    }
  };

  useEffect(() => {
    getData(startDate, endDate);
    // eslint-disable-next-line
  }, []);

  const handleStart = (date: Date) => {
    if (date >= endDate) return;
    setStartDate(date);
    getData(date, endDate);
  };

  const handleEnd = (date: Date) => {
    if (date <= startDate) return;
    setEndDate(date);
    getData(startDate, date);
  };

  return (
    <main className="flex flex-col items-center justify-center min-h-[80vh] px-4 py-10 bg-gradient-to-br from-white to-amber-50">
      <section className="w-full max-w-5xl bg-white/70 backdrop-blur-xl rounded-3xl shadow-2xl p-10 flex flex-col gap-8 border border-amber-100">
        <h1 className="text-4xl font-extrabold text-amber-600 text-center tracking-tight mb-2 drop-shadow-sm">
          Аналітика продажів
        </h1>
        <div className="flex flex-col md:flex-row gap-6 md:items-end items-center justify-between">
          <div className="flex-1 w-full flex flex-col justify-end">
            <label className="block text-sm font-medium text-gray-700 mb-1">Діапазон дат</label>
            <div className="flex gap-4">
              <div className="flex flex-col">
                <span className="text-xs text-gray-500 mb-1">Бід</span>

```

```

        <ReactDatePicker
          dateFormat="dd/MM/yyyy"
          className="w-full px-4 py-2 rounded-xl border border-amber-200
bg-white/80 focus:ring-2 focus:ring-amber-400 focus:outline-none transition text-base
shadow-sm"
          selected={startDate}
          onChange={handleStart}
          locale={"ua"}
        />
      </div>
      <div className="flex flex-col">
        <span className="text-xs text-gray-500 mb-1">До</span>
        <ReactDatePicker
          dateFormat="dd/MM/yyyy"
          className="w-full px-4 py-2 rounded-xl border border-amber-200
bg-white/80 focus:ring-2 focus:ring-amber-400 focus:outline-none transition text-base
shadow-sm"
          selected={endDate}
          onChange={handleEnd}
          locale={"ua"}
        />
      </div>
    </div>
  </div>
  <div>
    {loading ? (
      <UnifiedLoadingScreen label="Завантаження аналітики..." />
    ) : error ? (
      <div className="text-red-500 text-center font-medium">{error}</div>
    ) : analytics ? (
      <div className="flex flex-col gap-8">
        <div>
          <div className="text-center text-xl font-semibold mb-2">Щомісячна
сума продажів</div>
          <AnalyticsGraph
            data={convertAnalyticsForGraphs(analytics).monthlyTransactionSum.data}
            name={convertAnalyticsForGraphs(analytics).monthlyTransactionSum.name}
          />
        </div>
        <div>
          <div className="text-center text-xl font-semibold mb-2">Середня
сума замовлення за місяць</div>
          <AnalyticsGraph
            data={convertAnalyticsForGraphs(analytics).averageTransactions.data}
            name={convertAnalyticsForGraphs(analytics).averageTransactions.name}
          />
        </div>
        <div>
          <div className="text-center text-xl font-semibold mb-2">Кількість
транзакцій за місяць</div>
          <AnalyticsGraph
            data={convertAnalyticsForGraphs(analytics).monthlyTransactionAmount.data}
            name={convertAnalyticsForGraphs(analytics).monthlyTransactionAmount.name}
          />
        </div>
      </div>
    ) : null}
  </div>

```

```

        </section>
      </main>
    );
  };

export default AnalyticsPage;
import React, { useEffect, useState } from "react";
import { Navigate } from "react-router-dom";
import UnifiedLoadingScreen from "../UnifiedLoadingScreen";
import $api, { setHeader } from "../axios-setup";

interface PrivateRouteProps {
  children: React.ReactNode;
}

const PrivateRoute: React.FC<PrivateRouteProps> = ({ children }) => {
  const [isAuthenticated, setIsAuthenticated] = useState<boolean | null>(null);

  useEffect(() => {
    const verifyToken = async () => {
      const token = localStorage.getItem("token");
      if (!token) {
        setIsAuthenticated(false);
        return;
      }

      try {
        setHeader();
        await $api.post("/", { token });
        setIsAuthenticated(true);
      } catch (error) {
        localStorage.removeItem("token");
        setIsAuthenticated(false);
      }
    };

    verifyToken();
  }, []);

  if (isAuthenticated === null) {
    return <UnifiedLoadingScreen label="Перевірка доступу..." />;
  }

  if (!isAuthenticated) {
    return <Navigate to="/login" replace />;
  }

  return <>{children}</>;
};

export default PrivateRoute;
import React, { useEffect, useState } from "react";
import { Navigate } from "react-router-dom";
import UnifiedLoadingScreen from "../UnifiedLoadingScreen";
import $api, { setHeader } from "../axios-setup";

interface PrivateRouteProps {
  children: React.ReactNode;
}

const PrivateRoute: React.FC<PrivateRouteProps> = ({ children }) => {
  const [isAuthenticated, setIsAuthenticated] = useState<boolean | null>(null);

```

```

useEffect(() => {
  const verifyToken = async () => {
    const token = localStorage.getItem("token");
    if (!token) {
      setIsAuthenticated(false);
      return;
    }

    try {
      setHeader();
      await $api.post("/", { token });
      setIsAuthenticated(true);
    } catch (error) {
      localStorage.removeItem("token");
      setIsAuthenticated(false);
    }
  };

  verifyToken();
}, []);

if (isAuthenticated === null) {
  return <UnifiedLoadingScreen label="Перевірка доступу..." />;
}

if (!isAuthenticated) {
  return <Navigate to="/login" replace />;
}

return <>{children}</>;
};

export default PrivateRoute;
import { deleteButtonStyle } from "../styles/button-styles";
import { cardStyle } from "../styles/card-styles";
import { Characteristic } from "../product-types";

type Params = {
  characteristics: Array<Characteristic>;
  onRemove?: Function;
};

const CharacteristicsMapper = (params: Params) => {
  const { characteristics, onRemove } = params;

  const handleRemove = (index: number) => {
    if (!onRemove) return;
    const temp = characteristics;
    temp.splice(index, 1);
    onRemove(temp);
  };

  return (
    <div className="overflow-x-auto rounded-xl border border-gray-100 bg-
white/80 shadow-sm">
      <table className="min-w-full text-sm">
        <thead>
          <tr className="bg-gray-50 text-gray-500 uppercase text-xs tracking-
wider">
            <th className="px-4 py-2 text-left font-semibold">Ключ</th>
            <th className="px-4 py-2 text-left font-semibold">Значення</th>
            {onRemove && <th className="px-2 py-2"></th>}
          </tr>

```

```

    </thead>
    <tbody>
      {characteristics.map((item: Characteristic, idx) => (
        <tr key={item.key} className={idx % 2 === 0 ? "bg-white" : "bg-gray-
50"}>
          <td className="px-4 py-2 text-gray-700 max-w-[140px] truncate
align-middle">{item.key}</td>
          <td className="px-4 py-2 text-gray-900 font-medium max-w-[180px]
truncate align-middle">{item.value}</td>
          {onRemove && (
            <td className="px-2 py-2 align-middle">
              <button
                className="flex items-center justify-center w-6 h-6 rounded-
full bg-red-100 hover:bg-red-200 text-red-500 transition-colors focus:outline-none
focus:ring-2 focus:ring-red-200"
                type="button"
                title="Видалити характеристику"
                onClick={() => handleRemove(characteristics.indexOf(item))}
              >
                <svg
                  xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
                  fill="none"
viewBox="0 0 24 24"
strokeWidth={2}
stroke="currentColor"
className="w-3 h-3">
                  <path strokeLinecap="round" strokeLinejoin="round" d="M6
18L18 6M6 6L12 12" />
                </svg>
              </button>
            </td>
          )}
        </tr>
      )}
    </tbody>
  </table>
</div>
);
};

export default CharacteristicsMapper;
import React, { useState } from "react";
import { inputStyle } from "../styles/form-styles";

interface LocalParams {
  onChange?: (hours: string, minutes: string) => void;
  defaultHour: string;
}

const TimePicker = (params: LocalParams) => {
  const { onChange, defaultHour } = params;

  const [selectedHour, setSelectedHour] = useState<string>(defaultHour);
  const [selectedMinute, setSelectedMinute] = useState<string>("00");

  const hours = Array.from({ length: 24 }, (_, i) =>
    i < 10 ? `0${i}` : `${i}`,
  );
  const minutes = Array.from({ length: 60 }, (_, i) =>
    i < 10 ? `0${i}` : `${i}`,
  );

  const handleHourChange = (e: React.ChangeEvent<HTMLSelectElement>) => {
    setSelectedHour(e.target.value);
    if (onChange) onChange(e.target.value, selectedMinute);
  };

  const handleMinuteChange = (e: React.ChangeEvent<HTMLSelectElement>) => {

```

```

    setSelectedMinute(e.target.value);
    if (onChange) onChange(selectedHour, e.target.value);
  };

  return (
    <div className="time-picker">
      <select
        className={inputStyle}
        value={selectedHour}
        onChange={handleHourChange}
      >
        {hours.map((hour) => (
          <option key={hour} value={hour}>
            {hour}
          </option>
        ))}
      </select>
      :
      <select
        className={inputStyle}
        value={selectedMinute}
        onChange={handleMinuteChange}
      >
        {minutes.map((minute) => (
          <option key={minute} value={minute}>
            {minute}
          </option>
        ))}
      </select>
    </div>
  );
};

export default TimePicker;
import { useState } from "react";
import { ITransaction, Purchase, Transaction } from "../transaction-types";
import transactionService from "../transaction-service";
import ProductsCatalogue from "../products/products-catalogue";
import { IProduct, Product } from "../products/product-types";
import { ToastContainer, toast } from "react-toastify";
import { useNavigate } from "react-router-dom";
import { AdapterDateFns } from '@mui/x-date-pickers/AdapterDateFns';
import { LocalizationProvider } from '@mui/x-date-pickers/LocalizationProvider';
import { DatePicker, TimePicker } from '@mui/x-date-pickers';
import TextField from '@mui/material/TextField';

type ProductToDisplay = {
  id: string;
  name: string;
  quantity: number;
};

const NewTransactionPage = () => {
  const [date, setDate] = useState<Date | null>(new Date());
  const [productsToDisplay, setProductsToDisplay] = useState<
    ProductToDisplay[]
  >([]);
  const navigate = useNavigate();

  const handlePush = async (product: Product) => {
    const productToDisplay = {
      id: product.id,
      name: product.name,

```

```

        quantity: 1,
      };
      if (
        productsToDisplay.some(
          (product: ProductToDisplay) => product.id === productToDisplay.id,
        )
      )
        return;
      setProductsToDisplay([...productsToDisplay, productToDisplay]);
    };

    const handleSubmit = async () => {
      if (!date) {
        toast.error("Оберіть дату та час замовлення");
        return;
      }
      try {
        const products: Purchase[] = [];
        productsToDisplay.map((product: ProductToDisplay) => {
          products.push({ productId: product.id, quantity: product.quantity });
        });
        const newTransaction: ITransaction = {
          date: date as Date,
          products,
        };
        toast("обробка запиту...");
        await transactionService.createTransaction(newTransaction);
        toast.success("транзакцію успішно створено");
        setProductsToDisplay([]);
      } catch (error: any) {
        if (error.status === 401) toast.error("ви маєте бути авторизованими!");
        else toast.error(error.message);
      }
    };

    const handleQuantityChange = (e: any) => {
      const { id, value } = e.target;
      const tempArray = productsToDisplay;
      const index = tempArray.findIndex(
        (element: ProductToDisplay) => element.id === id,
      );
      productsToDisplay[index].quantity = Number(value);
      setProductsToDisplay([...tempArray]);
    };

    const handleDelete = (index: number) => {
      const temp = productsToDisplay;
      temp.splice(index, 1);
      setProductsToDisplay([...temp]);
    };

    // No need for custom time change handler, handled by MUI TimePicker

    return (
      <main className="flex flex-col items-center justify-center min-h-[80vh] px-1 py-4 bg-gradient-to-br from-white to-amber-50">
        <section className="w-full max-w-5xl bg-white/70 backdrop-blur-xl rounded-3xl shadow-2xl p-6 flex flex-col gap-4 border border-amber-100 mt-4">
          <ToastContainer />
          <h1 className="text-2xl font-extrabold text-amber-600 text-center tracking-tight mb-1 drop-shadow-sm">Додавання нового замовлення</h1>
          <LocalizationProvider dateAdapter={AdapterDateFns}>

```



```

        />
      </td>
      <td className="p-3 border-b border-amber-100 text-center">
        <button
          className="px-4 py-1 rounded-lg bg-red-100 hover:bg-
red-200 text-red-700 font-semibold transition"
          onClick={() => handleDelete(i)}
          type="button"
        >
          Прибрати
        </button>
      </td>
    </tr>
  </tbody>
</table>
)) || (
  <div className="text-center text-gray-500 py-4">Ви поки що не
додали жодного товару до замовлення</div>
)
</div>
<div className="flex justify-center">
  <button className="px-8 py-2.5 rounded-xl bg-amber-500 hover:bg-amber-
600 text-white font-semibold shadow-lg transition disabled:opacity-50 disabled:cursor-
not-allowed" type="button" onClick={handleSubmit}>
    Додати замовлення
  </button>
</div>
<div className="flex flex-col gap-2 mt-10">
  <div className="text-center text-xl text-gray-700">
    Оберіть товари, що входять до замовлення:
  </div>
  <ProductsCatalogue isPicker onPick={handlePush} />
</div>
</section>
</main>
);
};

export default NewTransactionPage;

```



Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

ВР6ак СА - Богат бд

Автор

---

Науковий керівник / Експерт

Володимир Вікторович Челабчи

ІД документу

333610836

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Odesa National Maritime University

підрозділ

Технічна кібернетика й інформаційні технології ім. професора Р.В. Меркта

ЗВІТ

Дата звіту

4/17/2026

Дата редагування

---

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

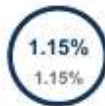
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

17888

Кількість слів



КЦ

145883

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

|                        |  |    |
|------------------------|--|----|
| Заміна букв            |  | 3  |
| Інтервали              |  | 0  |
| Мікропробіли           |  | 0  |
| Білі знаки             |  | 0  |
| Парафрази (SmartMarks) |  | 67 |