

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту

(повна назва)

Кафедра прикладної математики

(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Методи аналізу ефективності
платформ електронної комерції

(тема)

Виконав:

здобувач 2 року навчання, групи САУМ-23-2

Іовса О.В.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 124 Системний аналіз

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системний аналіз і управління

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Гибкіна Н.В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ПМ

(підпис)

Сидоров М.В.

(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту

Кафедра прикладної математики

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 124 Системний аналіз

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системний аналіз і управління

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри ПМ _____

(підпис)

“ 25 ” листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Іовса Олександр Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи аналізу ефективності платформ електронної
комерції

затверджена наказом по університету від 22 листопада 2024 р. № 1228 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 6 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи набір даних івентів на платформі електронної
комерції

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Системний аналіз предметної області

2. Вибір і обґрунтування методу розв'язання

3. Програмна реалізація

4. Результати обчислювального експерименту

5. Аналіз можливих застосувань

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій _____

1. Актуальність теми роботи _____

2. Постановка задачі _____

3. Системний аналіз предметної області _____

4. Метод чисельного аналізу _____

5. Результати обчислювального експерименту _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір та вивчення технічної літератури за темою роботи	25 листопада – 1 грудня 2024 р.	виконано
2	Вибір та обґрунтування методу	2 – 8 грудня 2024 р.	виконано
3	Розробка алгоритму і програми	9 – 22 грудня 2023 р.	виконано
4	Проведення аналітичних досліджень та розрахунків	23 – 29 грудня 2024 р.	виконано
5	Робота над текстом пояснювальної записки	30 грудня 2024 р. – 9 січня 2025 р.	виконано
6	Представлення роботи на рецензію в ЕК	10 січня 2025 р.	виконано

Дата видачі завдання 25 листопада 2024 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Гибкіна Н.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 69 с., 7 табл., 28 рис., 1 дод., 16 джерел.

ЕЛЕКТРОННА КОМЕРЦІЯ, АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ, МАРКЕТ-ПЛЕЙС, КОЕФІЦІЄНТ КОНВЕРСІЇ, БІЗНЕС-ПОКАЗНИКИ.

Об'єкт дослідження – маркетплейси як платформи електронної комерції, що об'єднують продавців і покупців, надаючи інфраструктуру для продажу товарів і послуг.

Мета роботи – дослідження методів аналізу ефективності платформ електронної комерції.

Методи дослідження – методи статистичного аналізу даних.

У кваліфікаційній роботі розглянуто проблему оцінювання ефективності платформ електронної комерції та проаналізовано основні статистичні показники, що дозволяють об'єктивно оцінювати їх продуктивність. Розроблено програмний продукт, який дозволяє розв'язати поставлену задачу, обчислити основні показники ефективності маркетплейсу у числовому та графічному вигляді. Обчислювальний експеримент проведений на даних, отриманих з відкритих джерел.

Результати, отримані у кваліфікаційній роботі, можуть бути корисними в аналізі роботи платформ електронної торгівлі та встановленні причин їх недостатньої ефективності, а також при визначенні способів виправлення таких ситуацій та підвищення економічних показників.

ABSTRACT

Introductory note: 69 pages, 7 tables, 28 figures, 1 appendix, 16 sources.

ELECTRONIC COMMERCE, PERFORMANCE ANALYSIS,
MARKETPLACE, CONVERSION RATE, BUSINESS INDICATORS.

Object of research – marketplaces as e-commerce platforms that connect sellers and buyers, providing an infrastructure for selling goods and services.

Purpose of work – studying methods for analyzing the effectiveness of e-commerce platforms.

Methods of research – statistical data analysis methods.

The qualification work considers the problem of assessing the effectiveness of e-commerce platforms and analyzes the main statistical indicators that allow objectively assessing their performance. A software product has been developed that allows solving the task, calculating the main indicators of the effectiveness of the marketplace in numerical and graphical form. The computational experiment was conducted on data obtained from open sources.

The results obtained in the qualification work can be useful in analyzing the operation of e-commerce platforms and establishing the reasons for their insufficient effectiveness, as well as in determining ways to correct such situations and increase economic indicators.

ЗМІСТ

	С.
Вступ	8
1 Системний аналіз предметної області та постановка задач дослідження.....	10
1.1 Системний аналіз задачі «Методи аналізу ефективності платформ електронної комерції».....	10
1.1.1 Вербальна модель системи.....	10
1.1.2 Морфологічний опис системи	12
1.1.3 Функціональна модель системи.....	15
1.1.4 Інформаційна модель	18
1.2 Аналіз сценаріїв вирішення задачі «Методи аналізу ефективності платформ електронної комерції».....	22
1.2.1 Модель аналізу проблеми.....	22
1.2.2 Оцінювання вектора пріоритетів незадоволеностей методом аналізу ієрархій.....	23
1.2.3 Модель вирішення проблеми.....	27
1.3 Змістовна та формальна постановка задачі	28
1.3.1 Змістовна постановка задачі	28
1.3.2 Формальна постановка задачі	29
1.4 Постановка задач дослідження	30
2 Вибір та обґрунтування методу розв’язання	31
2.1 Поняття ефективності платформи електронної комерції та фактори впливу	31
2.2 Підходи до аналізу ефективності платформ електронної комерції	32
2.3 Аналіз ефективності платформ електронної комерції методом статистичного аналізу	33
Висновки за розділом 2	38
3 Програмна реалізація	40
3.1 Java як інструмент для обчислення ефективності платформ електронної комерції.....	40

	7
3.2 Python як інструмент візуалізації	41
3.3 Алгоритм розв’язання задачі	42
3.4 Опис програми	42
Висновки за розділом 3	43
4 Результати обчислювального експерименту та їх аналіз	45
Висновки за розділом 4	58
Висновки	59
Перелік джерел посилання	60
Додаток А Лістинг програми	62

ВСТУП

Актуальність теми. Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню методів аналізу ефективності платформ електронної комерції (маркетплейсів) та визначенню основних ключових показників, що дозволяють об'єктивно оцінювати їх продуктивність.

Актуальність роботи зумовлена стрімким зростанням онлайн-торгівлі та збільшенням ролі маркетплейсів у сучасній економіці [6]. Використання методів аналізу є критично важливим для ефективного управління маркетплейсами в умовах сучасного ринку. Регулярний аналіз дозволяє платформам електронної комерції не лише адаптуватися до змінюваних умов, а й залишатися конкурентоспроможними. Інноваційні підходи до здійснення аналізу діяльності є необхідними інструментами для покращення роботи маркетплейсів, запорукою їх успішності і розвитку в умовах зростаючої конкуренції.

Мета і завдання кваліфікаційної роботи. Метою кваліфікаційної роботи є дослідження ефективних методів аналізу маркетплейсів для оптимізації їх роботи та підвищення конкурентоспроможності. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- виконати системний аналіз проблеми аналізу ефективності платформ електронної комерції;
- провести порівняльний аналіз методів оцінки ефективності та обрати найбільш підходящий з них;
- розглянути ключові показники ефективності (KPI) роботи платформ електронної комерції;
- написати програмний продукт, який дозволить визначати ключові показники ефективності та формувати дані для аналітичних звітів;
- узагальнити результати проведеного дослідження, обґрунтувати доцільність застосування тих чи інших методів аналізу.

Об'єктом дослідження є маркетплейси як платформи електронної комерції, що об'єднують продавців і покупців, надаючи інфраструктуру для продажу

товарів і послуг.

Предметом дослідження є методи та показники аналізу ефективності маркетингплейсів, що дозволяють оцінити їхню продуктивність та конкурентоспроможність.

Методи дослідження. У роботі використовуються статистичний аналіз, метод порівняльного аналізу, метод експертної оцінки.

Публікації. Попередні результати дослідження було представлено на III Міжнародній молодіжній науково-практичній конференції англійською мовою «LEARNING & TEACHING in the World after the War» (м. Харків, 08 листопада 2024 р.) [1].

1 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Системний аналіз задачі «Методи аналізу ефективності платформ електронної комерції»

1.1.1 Вербальна модель системи

Розглянемо вербальну модель системи «Маркетплейс».

Об'єкт аналізу – «Ефективність функціонування маркетплейсу»

Предмет аналізу – «Показники ефективності функціонування маркетплейсу».

Точка зору: дослідник.

Призначення системи: забезпечення ефективної взаємодії між покупцями та продавцями шляхом створення єдиної цифрової платформи, де користувачі можуть купувати та продавати товари або послуги.

Мета системи – забезпечити ефективну, зручну та безпечну платформу для купівлі та продажу товарів і послуг, де покупці мають доступ до широкого асортименту, а продавці можуть залучати нових клієнтів та збільшувати продажі.

Виконаємо класифікацію системи.

За функціоналом систему можна розглядати як комплексну платформу, яка об'єднує різні модулі і функції для забезпечення ефективної взаємодії між покупцями і продавцями, а саме:

- управління товарами, що дозволяє продавцям додавати та редагувати асортимент;
- пошуковий та фільтраційний модуль, який забезпечує зручний доступ до товарів за допомогою фільтрів та рекомендацій;
- транзакційний модуль, що обробляє замовлення та платежі;
- аналітичний модуль, який здійснює збір і аналіз даних про продажі та поведінку користувачів;

- рекламний та маркетинговий модуль, що надає інструменти для проведення рекламних кампаній;
- модуль підтримки користувачів, який забезпечує високий рівень обслуговування;
- логістичний модуль, що інтегрує послуги доставки;
- модуль безпеки, який гарантує захист особистих даних користувачів та запобігає шахрайству.

За масштабом система є дистрибутивною, оскільки маркетплейс може обслуговувати велику кількість користувачів (як продавців, так і покупців) одночасно, забезпечуючи їм доступ до товарів і послуг з будь-якої точки світу. Він здатний адаптуватися до змінних умов ринку та зростаючого попиту, підтримуючи гнучку архітектуру, яка дозволяє розширювати функціонал і масштабувати ресурси за потреби.

За типом даних система є мультимодальною, оскільки маркетплейс обробляє та управляє різними типами даних, включаючи текстові (описи товарів, відгуки), числові (ціни, кількість на складі), графічні (зображення товарів, банери), аудіо та відео (рекламні ролики, навчальні матеріали), дані про транзакції (інформація про покупки та платежі) та аналітичні дані (статистика відвідувань і поведінка користувачів), що дозволяє надавати різноманітні сервіси та функції, підвищуючи ефективність обробки даних та покращуючи досвід користувачів.

За ступенем деталізації даних система є багаторівневою, оскільки маркетплейс обробляє інформацію на макрорівні (загальна статистика платформи), мікрорівні (детальні дані про окремі товари) та індивідуальному рівні (дані конкретних користувачів), що дозволяє проводити глибокий аналіз і адаптувати бізнес-стратегії для підвищення ефективності та задоволеності клієнтів.

За рівнем конфіденційності система є системою з обмеженим відповідно до політик безпеки та конфіденційності доступом.

Класифікація системи допомагає зрозуміти її основні характеристики, що важливо для правильного налаштування, використання та супроводу системи бази даних.

Ідентифікованість системи полягає у здатності маркетплейсу чітко визначати та розпізнавати свої основні елементи, учасників і функції, що включає унікальні профілі користувачів (покупців і продавців), категорії товарів, специфікації замовлень та транзакцій, а також системи безпеки, які забезпечують автентифікацію користувачів і захист їхніх даних, що сприяє створенню довіри та прозорості у взаємодії між усіма учасниками платформи.

1.1.2 Морфологічний опис системи

Виконаємо морфологічний опис системи «База даних характеристик комерційних транзакцій». Морфологічна модель включає опис структури, складу, меж, зовнішнього середовища, у тому числі «чорну скриньку» [2, 3].

Розпочнемо розгляд з моделі «чорна скринька» для системи «База даних характеристик комерційних транзакцій» (рисунок 1.1). Входом моделі є різні характеристики комерційних транзакцій, такі як ціна товару, час, наявність товару, виконані або відмінені транзакції. Ці характеристики можуть бути важливими при оцінюванні ефективності маркетплейсу. Виходом моделі буде звіт з оцінкою ефективності маркетплейсу. Користувач не досліджує склад «чорної скриньки», а зосереджується лише на її межах, оскільки вони підкреслюють цілісність системи, її відокремленість від зовнішнього середовища та взаємодію між системою і середовищем.

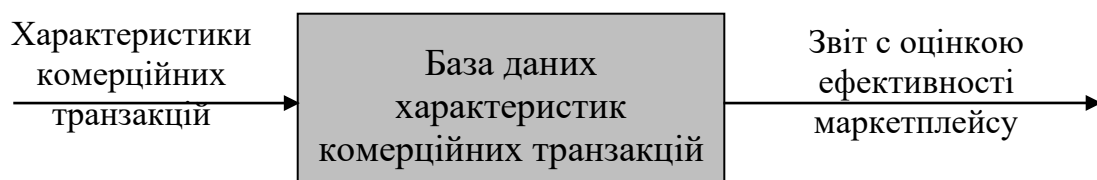


Рисунок 1.1 – Модель типу «чорна скринька»

Перейдемо до опису структури та складу системи. Система розглядається

як організоване сховище даних, основною метою якого є зберігання інформації про характеристики транзакцій в системі електронної комерції та управління цією інформацією. База даних використовується для аналітики та прийняття управлінських рішень щодо підвищення ефективності маркетингу.

Ключовими компонентами системи є:

- схема бази даних;
- метадані;
- документація;
- таблиці даних;
- модуль аналізу транзакційних даних;
- програмний інтерфейс застосунку (API).

Розглянемо детально ці компоненти.

Таблиці даних містять інформацію про транзакції, а саме їх характеристики, такі як:

- основні дані покупця, паспортні дані;
- основні дані продавця, ідентифікатор організації, на яку він працює;
- дані про продукт торгівлі, його ціну, тип, статус транзакції.

Схема бази даних включає інформацію про зв'язки між таблицями даних.

Метадані містять інформацію та опис:

- структури бази даних;
- типів даних;
- логіки зберігання інформації.

Документація містить інформацію про опис полів таблиць даних для полегшення розуміння та використання даних.

Модуль аналізу транзакційних даних призначений для отримання звітів щодо ефективності маркетингу.

Програмний інтерфейс застосунку (API) забезпечує автоматичний збір транзакційних даних.

Проаналізуємо межі системи. Межею системи «База даних характеристик комерційних транзакцій» є простір, в якому дослідник може досліджувати дані

характеристики транзакцій та розробляти алгоритм для знаходження ефективності маркетплейсу.

Зовнішнє середовище системи «База даних характеристик комерційних транзакцій» включає різні елементи, які взаємодіють з системою або знаходяться в її оточенні. До основних елементів зовнішнього середовища відносяться:

а) комерційна платформа – платформа забезпечує систему інформацією про нові транзакції;

б) інструменти аналізу даних – зовнішні інструменти, які можуть використовуватися для більш глибокого аналізу даних з бази даних, зокрема, модулі, які використовують дані з бази даних для прийняття управлінських рішень щодо збільшення ефективності маркетплейсу;

в) персонал (адміністратори та оператори) – працівники, відповідальні за обслуговування та підтримку роботи бази даних, включаючи адміністрування, моніторинг та вирішення проблем;

г) законодавчі нормативи – закони та правила, що регулюють збір, зберігання та обробку даних, можуть впливати на політики та процеси всередині системи бази даних;

д) постачальники технологій та обладнання – компанії, що надають послуги хостингу та обладнання, на якому працює база даних;

е) інженери – користувачі системи, включаючи аналітиків та розробників, які можуть взаємодіяти із даними через програмний інтерфейс застосунка (API).

Обмін інформацією між системою «База даних характеристик комерційних транзакцій» та елементами зовнішнього середовища відіграє важливу роль у визначенні ефективності управління маркетплейсом та аналізу даних з метою покращення характеристик транзакцій.

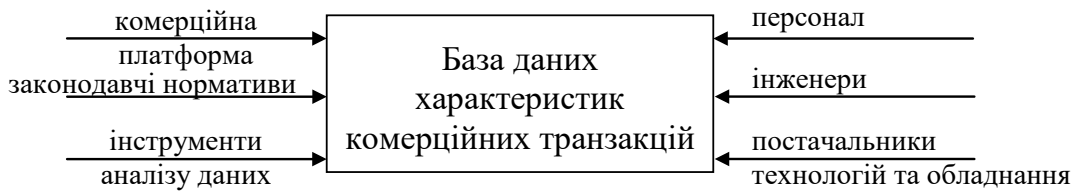


Рисунок 1.2 – Модель зовнішнього середовища системи

1.1.3 Функціональна модель системи

Метою системного аналізу є дослідження проблеми аналізу ефективності платформи електронної комерції, тому розглянемо систему «Розв’язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції».

Функціональна модель системи «Розв’язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції» включає процеси, пов’язані зі здійсненням аналізу ефективності:

- збір даних про транзакції (покупки продукту), особисті дані покупців (вік, стать, паспортні дані);
- підготовка даних, зокрема, їх очищення та перетворення з метою усунення помилок, заповнення пропущених значень та приведення до стандартних форматів, а також інтеграція даних, тобто об’єднання даних із різних джерел для створення загального набору характеристик;
- вибір ознак та інженерія ознак, зокрема, визначення найбільш значущих ознак, які можуть впливати на ефективність, створення нових ознак з множини наявних, які можуть поліпшити модель;
- вибір інструменту, що може проаналізувати підготовлені дані і знайти спільні причини невдалих транзакцій;
- валідація та оцінка звіту, зокрема, використання метрик для оцінки ефективності.

Графічне подання функціонального опису системи «Розв’язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції» можна здійснити за до-

помогою контекстної діаграми IDEF0 (рис. 1.3). Входами в систему є характеристики транзакцій, організовані в табличному вигляді, що забезпечує зручність для подальшої обробки та аналізу. Механізмами системи є обчислювальна техніка, яка здійснює дослідження, а також дослідник, котрий приймає рішення в процесі аналізу. Управління системою «Розв'язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції» включає математичні методи та інформаційні технології, що слугують теоретичним підґрунтям і інструментами для вирішення задачі. Зокрема, це методи статистичного аналізу, порівняльного аналізу та експертного оцінювання, а також спеціалізовані засоби програмування, такі як мова Java для аналізу даних. Виходом з системи є розв'язок задачі у вигляді звіту, що містить аналіз ефективності платформи електронної комерції.

Декомпозиція контекстної діаграми (рисунок 1.4) охоплює основні етапи, необхідні для розв'язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції. Наступним кроком є декомпозиція кожного етапу системи до досягнення необхідної глибини деталізації опису. Як приклад, розглянемо декомпозицію етапу «Виконати попередню обробку даних», що зображена на діаграмі в ієрархії (рисунок 1.5). На цій діаграмі наведено функції, які реалізуються на цьому етапі, а також механізми їх виконання.

На рисунку 1.6 зображена IDEF3-діаграма, яка використовується для моделювання взаємодії функціональних блоків у системі, а також для аналізу потоків даних і управлінських процесів між ними [2]. На IDEF3-діаграмі процесу аналізу ефективності маркетплейсу, що розглядається в роботі, вказано, що для вирішення поставленої задачі необхідні дані, які містять інформацію про характеристики транзакцій електронної комерції. На наступному етапі ці дані проходять попередню обробку, а також обирається відповідний інструмент для вирішення задачі. Результатом цього етапу є звіт з аналізу ефективності. Далі цей звіт передається на вхід завершального етапу, де здійснюється його валідація та оцінка.

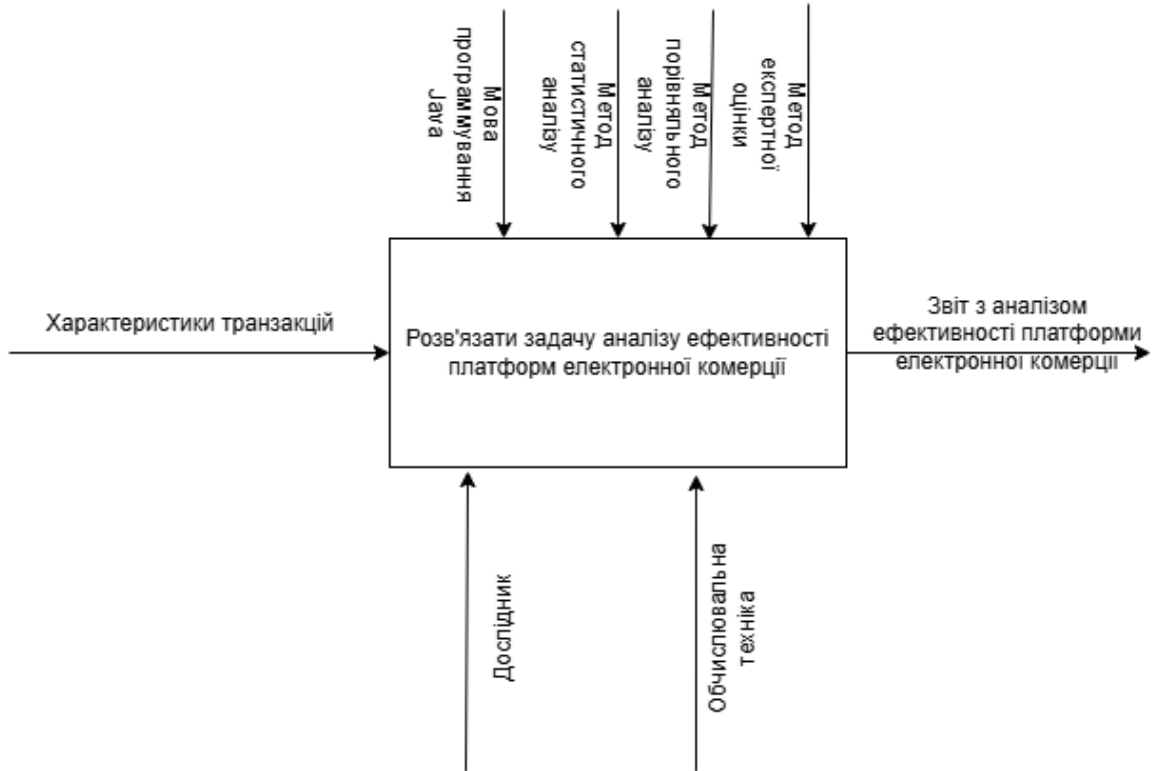


Рисунок 1.3 – Контексна діаграма (рівень А-0)

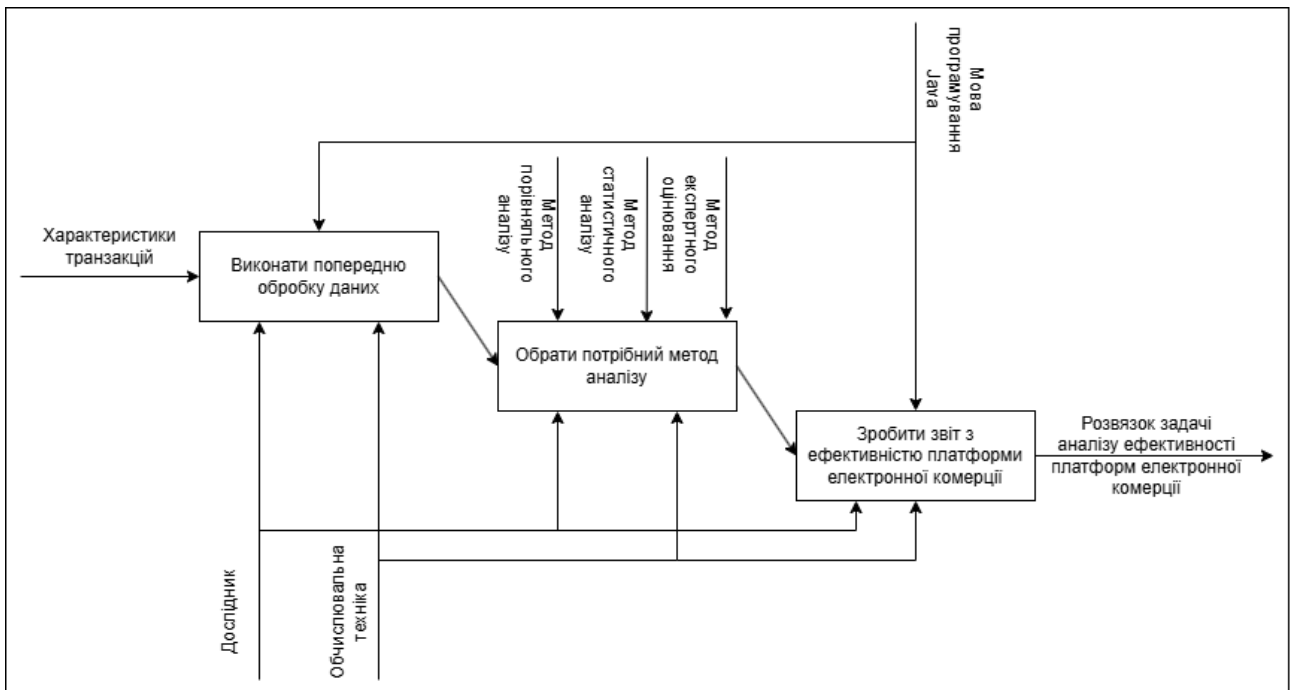


Рисунок 1.4 – Декомпозиція роботи «Розв'язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції»: рівень А0



Рисунок 1.5 – Декомпозиція роботи «Виконати попередню обробку даних»: рівень А1

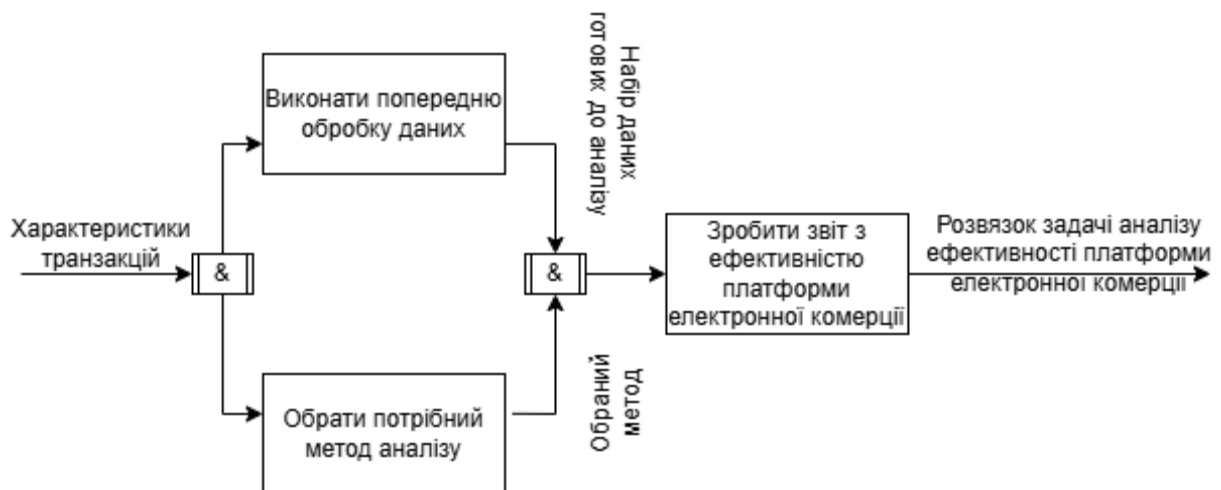


Рисунок 1.6 – Опис роботи «Розв'язати задачу аналізу ефективності платформи електронної комерції»: рівень А0 (в нотації IDEF3)

1.1.4 Інформаційна модель

Інформаційна модель системи «Розв'язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції» дозволяє описати та візуалізувати структуру даних, їх взаємозв'язки та основні елементи, необхідні для ефективного вирі-

шення завдання аналізу ефективності. Основними компонентами інформаційної моделі є наступні:

- особиста інформація про покупців, зокрема, дані про вік, стать, їх переваги, історія замовлень, поточний кошик замовлень;
- інформація про продавців, а саме назва компанії, її опис, фінансові реквізити, рейтинг, каталог пропонованих товарів;
- каталог товарів: назва, категорія, опис та характеристики, ціна, зображення, наявність, відгуки, супутні товари тощо;
- інформація про транзакції, тобто записи про покупку товарів, статус транзакції, тобто індикатор того, чи була вона вдала;
- дані для оцінювання ефективності платформи електронної комерції, зокрема, для оцінки продажів, оцінки поведінки користувачів, оцінки фінансової ефективності;
- інтерфейс, тобто елементи, що забезпечують взаємодію з моделлю та надають звіти з аналізом ефективності.

Очевидно, що ці елементи взаємодіють між собою, забезпечуючи функціонування платформи електронної комерції та її зв'язок із зовнішніми сервісами (платіжні установи, зовнішні постачальники, служби доставки тощо). Так користувачі на першому етапі взаємодіють із каталогом для пошуку та вибору товарів. Після того, як обрані товари оформляються у замовлення, користувачі взаємодіють із продавцем у процесі оплати сформованого замовлення та оформлення доставки. Аналітична платформа збирає інформацію про клієнтів, продавців, товари, транзакції та фінансові потоки для того, щоб виконувати аналіз даних про діяльність маркетплейсу [8].

Розглянемо більш детально потоки даних, що обертаються у системі маркетплейс, виходячи з перерахованих вище етапів взаємодії користувача з платформою електронної комерції.

На етапі пошуку та перегляду товарів вхідними даними є запити від клієнта до каталогу товарів у вигляді ключових слів, вибраних категорій товарів, встановлених фільтрів пошуку. При цьому аналітична система може фіксувати

запити для аналізу популярності тих чи інших товарів та категорій, до яких вони належать, цінових параметрів та інших характеристик товарів. На виході користувач одержує список товарів з інформацією про них.

При додаванні товару до кошика платформа повинна обробити замовлення, перевірити наявність товару на складі та оновити дані в базі даних маркетплейсу (зменшити кількість товару у наявності). При цьому необхідною є інформація про ідентифікатор користувача, ідентифікатор та кількість обраного товару, його ціну та продавця.

На етапі оформлення замовлення обробляються дані про товари в кошику (кількість, ціна), особисті дані покупця (адреса доставки, контактна інформація), зазначений спосіб оплати, зазначений спосіб доставки та додаткові коментарі покупця. Система розраховує вартість доставки та організує оплату (виставлення рахунку, запит до платіжної системи, отримання підтвердження оплати, проведення оплати у продавця).

Після сплати замовлення воно передається у систему доставки разом з необхідною інформацією (контактні дані покупця, номер та склад замовлення).

Заключним етапом обміну даними клієнта з платформою у рамках покупки товарів є організація зворотного зв'язку: відгуки клієнтів про товари та продавців, питання та відповіді на звернення.

Якість роботи маркетплейсу оцінюється на основі збору аналітичних даних та складання аналітичних звітів. Даними для аналітичних звітів при цьому є дані про замовлення, платежі, відвідування, пошукові запити, покупців, каталоги продавців, якість отриманих товарів. Аналітична система обробляє зібрану на різних етапах спілкування клієнта з маркетплейсом інформацію та генерує аналітичні звіти для продавців та адміністраторів. Аналітичні звіти можуть бути подані у вигляді графіків, таблиць, діаграм, показників ефективності, що значно спрощує їх розуміння та робить їх більш корисними для отримання висновків про якість роботи маркетплейсу.

Графічне подання описаних вище потоків даних інформаційної моделі розглядуваної системи можна виконати за допомогою DFD-діаграми

(DataFlowDiagram) [2, 3]. Вона дозволяє наочно промоделювати, як дані переміщуються всередині системи, як вони обробляються, а також як взаємодіють різні компоненти системи.

DFD-діаграма інформаційної моделі системи «Розв’язання задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції» подана на рисунку 1.7. Початковою ланкою потоку даних є дослідник, який розв’язує задачу аналізу ефективності платформи електронної комерції. Остаточним етапом є збір отриманих результатів у базу даних, яка містить звіти з аналізом ефективності платформи електронної комерції.

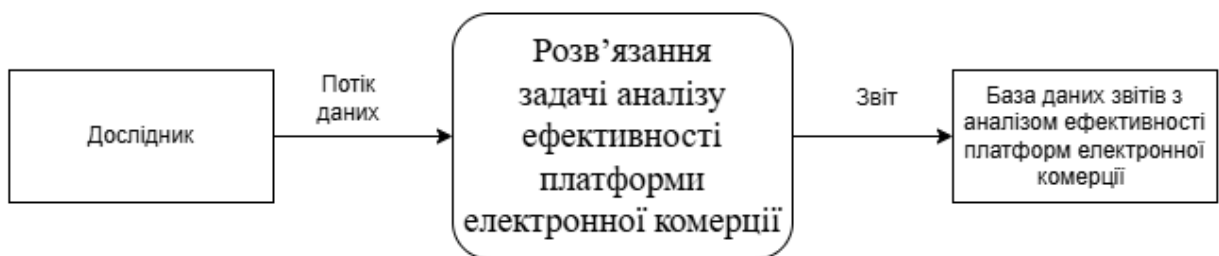


Рисунок 1.7 – DFD-діаграма

Перший рівень декомпозиції поданий на DFD-діаграмі на рисунку 1.8. Відповідно до неї для розв’язання поставленої задачі дослідник повинен обробити отримані дані, зробити аналіз даних за допомогою мови програмування Java і отримати звіт з аналізом ефективності платформи електронної комерції.

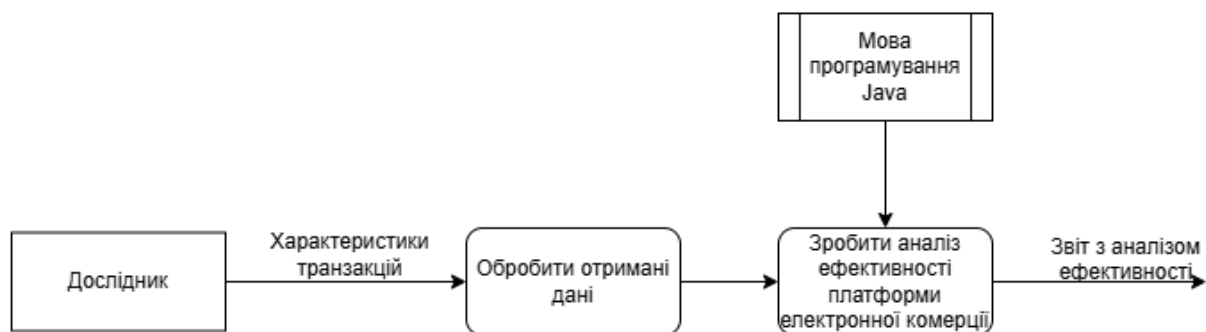


Рисунок 1.8 – DFD-діаграма 1-го рівня декомпозиції

1.2 Аналіз сценаріїв вирішення задачі аналізу ефективності платформи електронної комерції

1.2.1 Модель аналізу проблеми

Наступний етап системного аналізу проблеми аналізу ефективності платформ електронної комерції передбачає вибір методу, використання якого буде найдоцільнішим для вирішення поставленої задачі [6]. Для ухвалення рішення про вибір методу спочатку необхідно визначити перелік методів, що можуть бути застосовані для розв'язання задачі, а далі порівняти їх з точки зору певних критеріїв.

Метод для розв'язання задачі будемо обирати з наступних альтернатив:

- альтернатива 1 (A1): метод порівняльного аналізу;
- альтернатива 2 (A2): метод експертного оцінювання;
- альтернатива 3 (A3): метод статистичного аналізу.

Критерії для порівняння обраних альтернатив розв'язання задачі розглядатимемо наступні:

- критерій 1 (K1): простота алгоритму;
- критерій 2 (K2): чутливість алгоритму до пропусків у даних;
- критерій 3 (K3): чутливість алгоритму до мультиколінеарності у даних;
- критерій 4 (K4): здатність алгоритму працювати з розрідженими даними;
- критерій 5 (K5): час роботи програми.

Ієрархічна модель вибору методу для вирішення проблеми аналізу ефективності платформ електронної комерції подана на рисунку 1.10. Основною темою ієрархії є розв'язання поставленої задачі, на першому рівні ієрархії знаходяться критерії для порівняння, а на другому – варіанти, серед яких вибирається метод вирішення задачі.

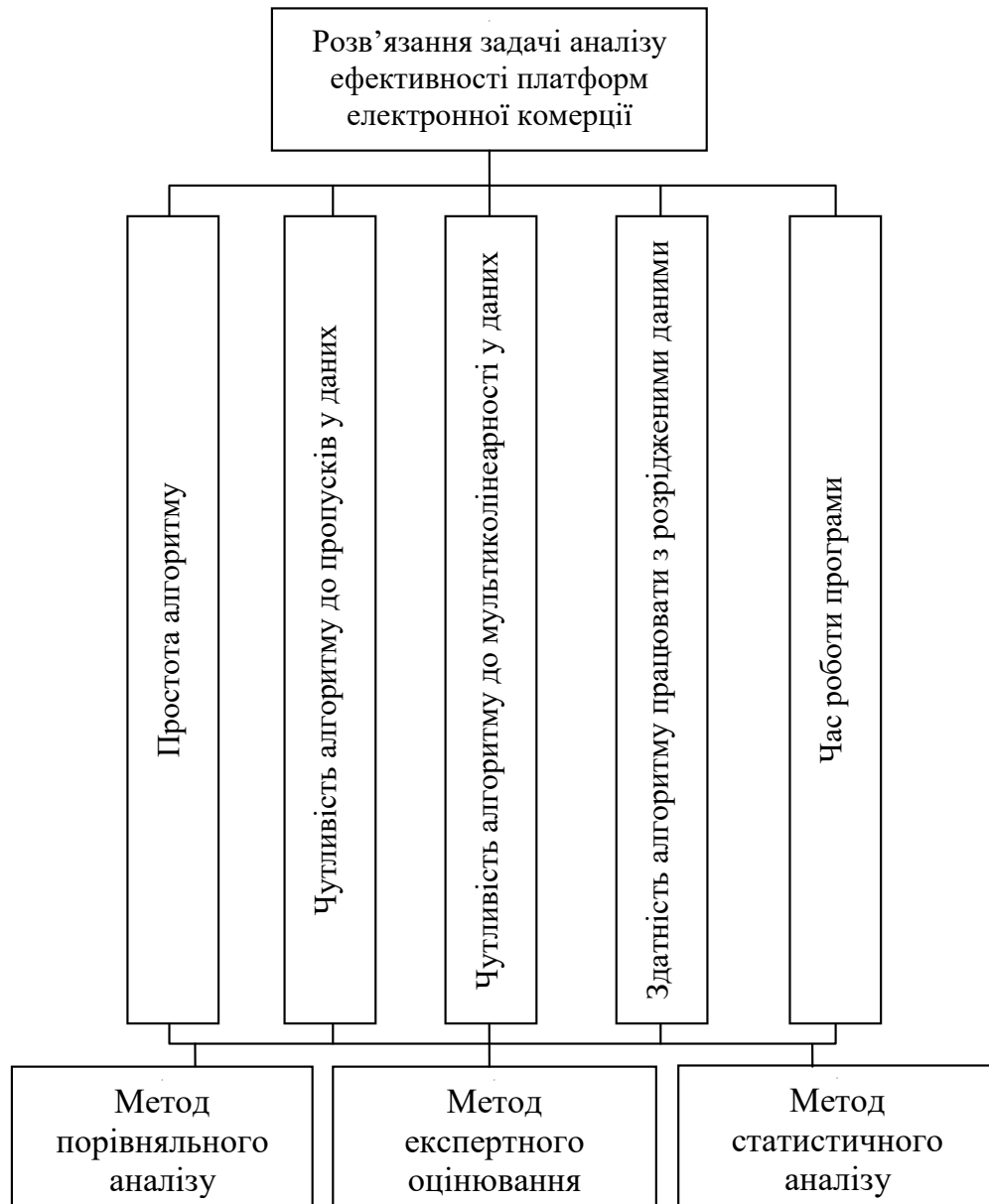


Рисунок 1.10 – Ієрархічна модель вибору методу вирішення проблеми аналізу ефективності платформ електронної комерції

1.2.2 Оцінювання вектора пріоритетів незадоволеностей методом аналізу ієрархій

Для аналізу ієрархії побудуємо матриці парних порівнянь моделі, а також критеріїв системи.

Матриця парних порівнянь критеріїв записана у таблиці 1.1. Останній стовпчик цієї таблиці містить результати розрахунків для вектора пріоритетів критеріїв.

Випадкова узгодженість для матриці п'ятого порядку дорівнює 1,12.

За даними таблиці 1.1:

$$- \text{індекс узгодженості } IU = \frac{5,8-5}{5-1} \approx 0,2;$$

$$- \text{відносна узгодженість } BU = \frac{0,2}{1,12} = 0,18 = 18\%.$$

Таблиця 1.1 – Матриця парних порівнянь критеріїв

Критерії оцінювання	К1	К2	К3	К4	К5	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
К1	1	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{4}$	0,26	0,04
К2	6	1	3	$\frac{1}{4}$	5	1,86	0,26
К3	5	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{5}$	5	1,11	0,16
К4	7	4	5	1	3	3,35	0,47
К5	4	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	0,56	0,08
Усього						7,13	

Оскільки відносна узгодженість ненабагато більше за 0,1, то робимо висновок, що матриця парних порівнянь критеріїв побудована правильно.

Вектор локальних пріоритетів критеріїв відносно проблеми вибору розрахований за даними таблиці 1.1 і наведений у її останньому стовпчику:

$$\vec{p}^K = (0,04; 0,26; 0,16; 0,47; 0,08).$$

Сформуємо матриці попарних порівнянь альтернатив за кожним критерієм (таблиці 1.2 – 1.6) та виконаємо розрахунки за ними.

Таблиця 1.2 – Матриця попарних порівнянь за першим критерієм

К1	A1	A2	A3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
A1	1	2	$\frac{1}{6}$	0,69	0,16
A2	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{5}$	0,46	0,11
A3	6	5	1	3,11	0,73
Усього				4,26	

Таблиця 1.3 – Матриця попарних порівнянь за другим критерієм

К2	A1	A2	A3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
A1	1	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	0,27	0,06
A2	7	1	$\frac{1}{2}$	1,12	0,24
A3	7	5	1	3,27	0,70
Усього				4,66	

Таблиця 1.4 – Матриця попарних порівнянь за третім критерієм

К3	A1	A2	A3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
A1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{7}$	0,41	0,09
A2	2	1	$\frac{1}{5}$	0,74	0,17
A3	7	5	1	3,27	0,74
Усього				4,42	

Таблиця 1.5 – Порівняння за четвертим критерієм

К4	A1	A2	A3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
A1	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	0,37	0,09
A2	4	1	$\frac{1}{5}$	0,93	0,22
A3	5	5	1	2,92	0,69
Усього				4,22	

Таблиця 1.6 – Порівняння за п'ятим критерієм

К5	A1	A2	A3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
A1	1	2	$\frac{1}{5}$	0,74	0,18
A2	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{5}$	0,46	0,11
A3	5	5	1	2,92	0,71
Усього				4,12	

За даними таблиці 1.2:

– індекс узгодженості $IY = \frac{3,08 - 3}{3 - 1} \approx 0,04$;

– відносна узгодженість $BY = \frac{0,04}{0,58} = 0,07 = 7\%$.

За даними таблиці 1.3:

– індекс узгодженості $IY = \frac{3,30 - 3}{3 - 1} \approx 0,15$;

– відносна узгодженість $BY = \frac{0,15}{0,58} = 0,25 = 25\%$.

За даними таблиці 1.4:

$$- \text{індекс узгодженості } IY = \frac{3,01 - 3}{3 - 1} \approx 0,01;$$

$$- \text{відносна узгодженість } BY = \frac{0,01}{0,58} = 0,01 = 1\%.$$

За даними таблиці 1.5:

$$- \text{індекс узгодженості } IY = \frac{3,21 - 3}{3 - 1} \approx 0,11;$$

$$- \text{відносна узгодженість } BY = \frac{0,11}{0,58} = 0,19 = 19\%.$$

За даними таблиці 1.6:

$$- \text{індекс узгодженості } IY = \frac{3,05 - 3}{3 - 1} \approx 0,03;$$

$$- \text{відносна узгодженість } BY = \frac{0,03}{0,58} = 0,05 = 5\%.$$

1.2.3 Модель вирішення проблеми

Використовуючи результати, отримані у п. 1.2.2, виконаємо остаточні розрахунки та зробимо за ними висновок про вибір методу вирішення проблеми аналізу ефективності платформи електронної комерції.

Результати розрахунків на цьому етапі наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Остаточні розрахунки

Критерій Альтернатива	К1	К2	К3	К4	К5	Узагальнені пріоритети
A1	0,16	0,06	0,09	0,09	0,18	0,09
A2	0,11	0,24	0,17	0,22	0,11	0,20
A3	0,73	0,70	0,74	0,69	0,71	0,71

За даними таблиці 1.7 можна зробити висновок, що кращою для вирішення поставленої проблеми є третя альтернатива – метод статистичного аналізу.

1.3 Змістовна та формальна постановка задачі

1.3.1 Змістовна постановка задачі

Маркетплейс є платформою електронної комерції, що організує взаємодію покупців і продавців при здійсненні покупок. Аналіз ефективності маркетплейсів є важливим кроком для бізнесів, які прагнуть оптимізувати свою діяльність у цифровому середовищі. Основна мета такого аналізу – оцінити, наскільки кожна платформа сприяє досягненню бізнес-цілей, таких як збільшення продажів, покращення користувацького досвіду, мінімізація витрат на обслуговування та підтримку, а також забезпечення стабільного розвитку бізнесу в умовах конкуренції.

Ефективність роботи маркетплейсу залежить від безлічі факторів, серед яких асортимент пропонованих товарів та їх якість, рекламні акції для збільшення обсягів продажу та залучення нових покупців, якість обслуговування, фінансові показники. Застосування методів аналізу ефективності дозволить оцінити поточну продуктивність платформи, виділити проблемні місця з метою їхнього подальшого усунення та оптимізувати роботу системи.

У рамках кваліфікаційної роботи розглядаються статистичні методи, які можуть бути використані як показники роботи маркетплейсу, зокрема такі, за допомогою яких можна буде виявляти фактори, що впливають на показники продажів, активність покупців та фінансову стійкість системи. На основі даних показників можуть бути зроблені рекомендації щодо підвищення загальної продуктивності платформи електронної комерції.

1.3.2 Формальна постановка задачі

Для розв'язання задачі аналізу ефективності роботи платформи електронної комерції використовуватимемо дані у вигляді бази даних транзакцій, яка містить записи виду:

$$T = \{(ID_i; CUST_i; PR_i; CAT_i; QU_i; SUM_i; DAT_i; ST_i)\}_{i=1, \dots, n},$$

де i – номер транзакції;

n – загальна кількість транзакцій у базі даних;

ID_i – ідентифікатор i -ї транзакції;

$CUST_i$ – ідентифікатор користувача (покупця), який здійснив i -у транзакцію;

PR_i – ідентифікатор товару з i -ї транзакції;

CAT_i – категорія товару з i -ї транзакції;

QU_i – кількість одиниць товару в i -й транзакції;

SUM_i – сума i -ї транзакції;

DAT_i – дата та час здійснення i -ї транзакції;

ST_i – статус транзакції (успішно, скасовано, повернення, перегляд тощо).

На основі наведеної інформації необхідно розрахувати основні показники ефективності роботи платформи електронної комерції, зокрема економічні показники, показники часу роботи, показники користувацької активності тощо.

Виконання задачі розрахунку показників ефективності роботи платформи електронної комерції передбачає виконання наступних дій:

- забезпечення збору даних до бази даних транзакцій;
- підготовка зібраних даних для подальшого аналізу;
- реалізація системи запитів до бази даних для отримання необхідних для аналізу даних;
- обчислення ключових показників ефективності;
- візуалізація результатів для наочної інтерпретації.

1.4 Постановка задач дослідження

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів аналізу ефективності платформ електронної комерції. Виходячи з цього наведемо перелік задач, які необхідно виконати під час дослідження:

- виконати системний аналіз проблеми аналізу ефективності платформ електронної комерції;
- провести порівняльний аналіз методів оцінки ефективності та обрати найбільш підходящий з них;
- розглянути ключові показники ефективності (KPI) роботи платформ електронної комерції;
- написати програмний продукт, який дозволить визначати ключові показники ефективності та формувати дані для аналітичних звітів;
- узагальнити результати проведеного дослідження, обґрунтувати доцільність застосування тих чи інших методів аналізу.

2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ

2.1 Поняття ефективності платформи електронної комерції та фактори впливу

Поширення певних видів діяльності у цифрову площину привело до виникнення нових понять та задач. Так, процес купівлі та продажу товарів і послуг через Інтернет отримав назву електронної комерції. Програмні рішення, які дозволяють компаніям і приватним підприємцям створювати інтернет-магазини для продажу товарів або послуг в онлайн-середовищі та вести через них свою діяльність, відомі як платформи електронної комерції або маркетплейси [7].

Ефективність платформи електронної комерції визначає, наскільки успішно платформа підтримує та сприяє досягненню бізнес-цілей компанії в онлайн-продажах. Це комплексний показник, що враховує зручність користування, продуктивність, здатність залучати та утримувати клієнтів, гнучкість в інтеграції з іншими системами, а також економічну доцільність використання платформи. Ефективність можна оцінювати через різні метрики, які відображають як технічні, так і фінансові аспекти платформи.

Фактори, що впливають на ефективність платформи електронної комерції:

- конверсія – відсоток відвідувачів, які здійснюють покупки, є важливим показником ефективності. Висока конверсія вказує на зручність та привабливість платформи для покупців;
- інструменти залучення – інструменти для маркетингу, такі як автоматизовані кампанії, ремаркетинг та індивідуальні пропозиції, що впливають на здатність платформи залучати та утримувати клієнтів;
- інтерфейс: простота навігації, привабливий дизайн, легкість оформлення замовлень і швидкість реагування значно покращують користувацький досвід;
- мобільна адаптивність: оскільки більшість покупок здійснюється з мобільних пристроїв, важлива зручність використання платформи на телефонах і планшетах;

- швидкість завантаження сторінок: повільне завантаження сторінок негативно впливає на користувацький досвід і може знижувати конверсію;
- масштабованість: здатність системи витримувати високі обсяги трафіку і збільшення замовлень є критичною для підтримки продажів під час пікових навантажень.

2.2 Підходи до аналізу ефективності платформ електронної комерції

Аналіз ефективності платформ електронної комерції є важливим елементом для визначення того, наскільки добре вони відповідають потребам бізнесу та клієнтів. Основні підходи до аналізу ефективності таких платформ – це аналіз конверсії та аналіз бізнес-показників.

До аналізу конверсії відносять [5]:

- відстеження показників конверсії: кількість відвідувачів, які виконали цільову дію (наприклад, покупку), що є ключовим показником ефективності;
- аналіз шляху клієнта: визначення етапів, на яких користувачі відмовляються від покупки, що допомагає виявити проблеми в інтерфейсі або процесі продажу.

До аналізу бізнес-показників відносять:

- валовий обсяг продажів (GrossMerchandiseVolume, GMV), який відображає загальний обсяг транзакцій на платформі та допомагає оцінити її рентабельність;
- середній чек (AverageOrderValue, AOV) – цей показник відображає середній дохід з одного замовлення та дозволяє зрозуміти ефективність додаткових продажів;
- коефіцієнт утримання клієнтів (CustomerRetentionRate) – цей показник важливий для оцінки лояльності клієнтів до платформи.

Методи аналізу надають інформацію про середньостатистичних продавців і покупців, включаючи їх витрати і переваги. Методи візуалізації даних

спрощують сприйняття інформації, а також дозволяють здійснювати прогнози, такі як аналіз продуктових кошиків, прогноз середньої виручки і розробка рекомендаційних систем.

Результатами такого аналізу може бути виділення продавців з найбільшим товарообігом, найвищим рейтингом за відгуками покупців про якість товару, завищеною ціною, високою швидкістю обслуговування та зворотного зв'язку тощо. Продавці з високою якістю товарів та обслуговування створюють позитивний імідж маркетплейсу. Для стимулювання їх активності та лояльності важливо пропонувати спеціальні умови, такі як знижки або додаткові можливості для просування. Також можна отримувати інформацію про найактивніших та/або середньостатистичних покупців, виділяти групи товарів, що користуються найбільшим попитом, або товари-аналоги чи замітники, аналізувати розкид цін на товари однієї категорії тощо. Статистичні дані щодо покупців також можуть бути використані для організації ефективних продавців [1].

2.3 Аналіз ефективності платформ електронної комерції методами статистичного аналізу

Розглянемо найбільш популярні методи аналізу ефективності платформ електронної комерції.

Аналіз коефіцієнтів (RatioAnalysis) – це метод оцінки ефективності бізнесу та його окремих компонентів за допомогою відносних показників, які дозволяють порівнювати різні аспекти роботи компанії. Розглянемо основні коефіцієнти для аналізу – фінансові коефіцієнти та коефіцієнти конверсії, які дозволяють оцінити якість роботи в межах платформи електронної комерції.

До фінансових коефіцієнтів належить [5]:

– рентабельність інвестицій (Return on Investment, *ROI*) – показник, який відображає прибутковість інвестицій у платформу, рекламу чи інші ініціативи:

$$ROI = \frac{(R - C)}{R} \cdot 100\%,$$

де R – дохід (Revenue);

C – витрати (Cost);

– валовий прибуток (GrossProfitMargin) – показник, який визначає прибутковість продуктів, враховуючи лише прямі витрати і є важливим для оцінки рентабельності товарів або послуг:

$$GPM = \frac{(R - COGS)}{R} \cdot 100\%,$$

де R – дохід (Revenue);

$COGS$ – собівартість (CostofGoodsSold);

– операційна маржа (OperatingMargin) – показник, який дозволяє оцінити ефективність операційних витрат:

$$OM = \frac{OP}{R} \cdot 100\%,$$

де R – дохід (Revenue);

OP – операційний прибуток (OperatingProfit);

– коефіцієнт рентабельності активів (Return onAssets, ROA) – показник, який відображає ефективність використання активів компанії для отримання прибутку:

$$ROA = \frac{NP}{TA} \cdot 100\%,$$

де NP – чистий прибуток (NetProfit);

TA – загальні активи (TotalAssets).

До фінансових коефіцієнтів, які можуть бути використані для аналізу роботи платформи, відносяться [5]:

– коефіцієнт конверсії (ConversionRate) – показник, який відображає відсоток відвідувачів, які виконали цільову дію, наприклад, зробили покупку:

$$CR = \frac{P}{V} \cdot 100\% ,$$

де P – кількість покупок (Purchases);

V – кількість відвідувачів (Visitors);

– середній чек (AverageOrderValue, AOV) – показник, який вимірює середню вартість одного замовлення, допомагаючи оцінити цінність кожного покупця:

$$AOV = \frac{TR}{O} ,$$

де TR – загальний дохід (TotalRevenue);

O – кількість замовлень (Orders);

– коефіцієнт повторних покупок (Repeat Purchase Rate) – показник, який оцінює частоту повторних покупок:

$$PRP = \frac{RP}{UC} \cdot 100\% ,$$

де RP – кількість повторних покупок (RepeatPurchases);

UC – кількість унікальних клієнтів (UniqueCustomers).

Як додаткові методи аналізу ефективності, що широко використовуються у сфері управління запасами, логістики та електронної комерції для підвищення ефективності бізнесу, можна використовувати ABC-аналіз та XYZ-аналіз.

АВС-аналіз – це метод аналізу, що базується на принципі Парето, відповідно до якого 20% продуктів можуть приносити 80% прибутку. У контексті електронної комерції АВС-аналіз допомагає визначити, які товари є найприбутковішими та заслуговують на пріоритетну увагу в маркетингових та логістичних процесах [9, 10].

Даний метод складається з 4 етапів:

- 1) збір даних про обсяги продажів, прибуток і частоту замовлень кожного товару;
- 2) розрахунок відносної частки кожного товару у загальному обсязі продажів;
- 3) сортування товарів за спаданням відносної частки;
- 4) класифікація товарів на три групи:
 - група А – 20% товарів, що забезпечують 80% доходу;
 - група В – 30% товарів, що забезпечують наступні 15% доходу;
 - група С – решта 50% товарів, що приносять лише 5% доходу.

Перевагами АВС-аналізу є допомога у визначенні ключових товарів для зосередження ресурсів, покращення управління запасами, підтримка розробки стратегій ціноутворення та рекламних кампаній.

Після розподілу товарів на групи до кожної з цих груп можуть бути застосовані певні дії, наприклад:

- товари, що відносяться до групи А, є топовими, отже, їх потрібно активно просувати;
- товари, що відносяться до групи В, можна вважати перспективними, отже, цю категорію можна розвивати;
- товари, що відносяться до групи С, є товарами з низькою рентабельністю, тому їх можна виключити чи мінімізувати їх кількість.

За результатами АВС-аналізу також можна проводити аналіз продавців та клієнтів за їх вкладом у дохід маркетингової діяльності:

- продавці товарів з групи А є ключовими продавцями, отже, бажаними для подільного співробітництва;

- покупці товарів з групи А є лояльними клієнтами з високою купівельною спроможністю;
- продавці товарів з групи В – це продавці середнього рівня, за діяльністю яких потрібно спостерігати та корегувати для досягнення високих показників;
- покупці товарів з групи В мають потенціал і можуть бути перспективним до співробітництва;
- продавці товарів з групи С – це продавці з низькою активністю, яких варто замінити;
- покупці товарів з групи С – часто разові або низькоактивні покупці.

XYZ-аналіз орієнтований на класифікацію товарів за рівнем стабільності попиту [9, 10]. Цей підхід дозволяє краще планувати запаси, зменшувати витрати на зберігання та оптимізувати ланцюги поставок.

XYZ-аналіз складається з 3 етапів:

- 1) збір даних про попит на кожен товар протягом певного періоду часу;
- 2) розрахунок коефіцієнта варіації для кожного товару:

$$CV = \frac{\mu}{\sigma} \cdot 100\%,$$

де σ – стандартне відхилення;

μ – середнє значення попиту;

- 3) класифікація товарів на три групи:

- група X – товари зі стабільним попитом ($CV \leq 10\%$);
- група Y – товари із середньою мінливістю попиту ($10\% < CV \leq 25\%$);
- група Z – товари з високою мінливістю попиту ($CV > 25\%$).

Результати XYZ-аналізу можуть бути використані при формуванні складських запасів асортименту товарів, які пропонуються для продажу:

- до групи X входять популярні товари з постійним попитом, тому вони завжди повинні бути в наявності у достатній кількості;
- до групи Y входять товари помірними коливаннями попиту, зокрема, сезонні, тому при плануванні їх запасів слід враховувати фактор часу;

– до групи *Z* входять товари з нерегулярним попитом, які можна прибрати з асортименту або пропонувати лише на замовлення, а, отже, відмовитись від зберігання на складі і замовляти в постачальників за необхідності.

З точки зору оцінювання продавців, які реалізують товари на маркетплейсі, XYZ-аналіз дозволяє виділити:

– продавців з передбачуваними та стабільними поставками (продавці товарів з групи *X*);

– продавців, у яких постачання залежить від зовнішніх факторів, таких, як, наприклад, сезонність (продавці товарів з групи *Y*);

– продавців з нерегулярними постачаннями, співпраця з якими не є пріоритетом (продавці товарів з групи *Z*).

Перевагами XYZ-аналізу є зменшення ризиків перевищення або дефіциту запасів, оптимізація витрат на зберігання, підвищення точності прогнозування попиту.

Таким чином, ABC-аналіз та XYZ-аналіз є корисними для аналізу ефективності роботи маркетплейсу, оскільки вони допомагають структурувати інформацію про товари та доходи, які вони приносять, а отже, зосередитися на найбільш перспективних напрямках діяльності.

Використання наведених показників дозволяє оцінювати активність учасників торговельного процесу в межах платформи електронної комерції, розподіляти ресурси на основі значущості та передбачуваності з метою підвищення прибутковості, а також робити висновки про ефективність роботи платформи, що у подальшому може стати основою для формування рекомендацій щодо вдосконалення організації процесу електронної торгівлі.

Висновки за розділом 2

У даному розділі було розглянуто поняття платформи електронної комерції, організацію їх роботи та визначено фактори, що впливають на ефективність

роботи. Аналіз роботи торгівельних організацій, зокрема, платформ електронної комерції є першочерговим питанням у створенні стабільних прибуткових підприємств у ринкових умовах.

Основну увагу було приділено розгляду найбільш популярних підходів до аналізу ефективності роботи платформ електронної комерції. Ретельно було розглянуто метод оцінки ефективності бізнесу за допомогою системи відносних показників, які дозволяють порівнювати різні аспекти роботи торгівельної компанії. Додатково було розглянуто методи ABC-аналізу та XYZ-аналізу, які використовуються у сфері управління запасами, логістики та електронної комерції для структурування товарів за їх прибутковістю та попитом, що також використовується для підвищення ефективності бізнесу.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Електронна комерція генерує значні обсяги даних, які потребують ефективної обробки та аналізу для оцінки показників продуктивності платформ, таких як швидкість обробки замовлень, продуктивність серверів, середній час виконання запитів тощо. У цьому розділі описано підхід до обчислення ефективності платформ електронної комерції за допомогою Java з бібліотекою Spring Batch та Python для візуалізації результатів у вигляді графіків.

3.1 Java як інструмент для обчислення ефективності платформ електронної комерції

Java є однією з найпопулярніших мов програмування, що широко використовується для розробки масштабованих і надійних програмних рішень, зокрема для серверних додатків і обробки великих обсягів даних [11]. Java підтримує об'єктно-орієнтоване програмування (ООП), що робить код більш зрозумілим і підтримуваним. Вона також забезпечує високу ефективність завдяки компіляції в байт-код, який виконується на JVM (Java Virtual Machine). В контексті обчислення ефективності платформ електронної комерції Java є надійним інструментом завдяки своїй здатності обробляти великі обсяги даних і інтегруватися з іншими бібліотеками для аналізу та обробки інформації.

Для пакетної обробки даних у Java широко використовується бібліотека Spring Batch. Ця бібліотека дозволяє розробляти надійні рішення для обробки великих масивів даних у фоновому режимі, таких як обробка транзакцій, аналіз клієнтських запитів або обробка даних з продажів. Spring Batch забезпечує потужні механізми для управління помилками, обробки транзакцій і інтеграції з різними базами даних і сервісами, що дозволяє здійснювати ефективне та безпечно збереження результатів обчислень.

3.2 Python як інструмент візуалізації

Для аналізу та візуалізації результатів було використано спеціалізовані бібліотеки Python, які дозволяють проводити аналіз даних і створювати графічні зображення [12]. Python є ідеальним інструментом для таких задач завдяки своїй простоті та багатству бібліотек:

- `pandas` – це бібліотека для обробки та аналізу даних, яка забезпечує зручний інтерфейс для роботи з табличними даними [13]. Вона дозволяє здійснювати операції фільтрації, агрегації та трансформації даних, що є важливими для роботи з великими наборами інформації, такими як дані з платформи електронної комерції. Бібліотека `pandas` допомагає швидко зібрати, обробити та підготувати дані для подальшого аналізу;

- `matplotlib.pyplot` – бібліотека для створення різноманітних графіків, таких як лінійні графіки, гистограми, графіки розсіювання, що дозволяє візуалізувати великі обсяги даних і зрозуміло відображати ефективність платформ електронної комерції через графічні інтерпретації [14]. Вона також дозволяє налаштовувати вигляд графіків, роблячи їх більш зрозумілими для користувача;

- `seaborn` – бібліотека для побудови статистичних графіків, яка розширює можливості `matplotlib` [15]. Вона дозволяє створювати більш естетичні і складні візуалізації, такі як теплові карти, графіки кореляцій і інші типи статистичних аналізів, що дозволяють отримати глибше розуміння взаємозв'язків між різними показниками платформи електронної комерції;

- `tabulate` — зручний інструмент для створення красиво відформатованих таблиць у консолі, що дозволяє ефективно представляти результати аналізу даних у вигляді текстових таблиць. Це корисно для оперативного виведення основних показників, таких як кількість замовлень, середній чек, конверсії, та інших ключових метрик ефективності платформи.

Використання цих технологій в сукупності дозволяє ефективно обчислювати, аналізувати та візуалізувати результати, що дає змогу приймати обґрунтовані рішення щодо покращення ефективності платформ електронної комерції.

3.3 Алгоритм розв'язання задачі

Алгоритм розв'язання задачі аналізу ефективності платформ електронної комерції передбачає виконання декількох етапів, які включають збір та підготовку даних до аналізу, а також, безпосередньо реалізацію методів аналізу.

Розглянемо детально ці етапи.

Етап 1. Збір та підготовка даних:

- зчитування даних з датасету;
- перевірка та очищення даних від помилок і порожніх значень;
- форматування даних у відповідну структуру.

Етап 2. Процесінг даних:

- обробка кожної події в окремому записі (підрахунок кількості переглядів, покупок, повторних покупок);
- збереження метрик для подальшого аналізу.

Етап 3. Аналіз даних:

- обчислення фінансових коефіцієнтів на основі агрегованих даних.

Етап 4. Візуалізація результатів аналізу:

- візуалізація отриманих результатів у виді графіків чи діаграм.

3.4 Опис програми

У ході виконання кваліфікаційної роботи засобами Java та бібліотек Spring було розроблено програмний продукт для аналізу даних електронної комерції, зокрема для обробки та розрахунку фінансових коефіцієнтів на основі даних з датасетів.

Вона використовує Spring Batch для обробки великих обсягів даних, що дозволяє ефективно збирати, обробляти та аналізувати інформацію про події користувачів, такі як перегляди, покупки та ціни.

Програма зчитує дані з CSV файлів, перевіряє їх на наявність порожніх

або некоректних значень і очищує їх для подальшої обробки. Дані організовуються у відповідний формат для подальшого аналізу.

Після підготовки даних програма обробляє кожен запис, підраховуючи кількість подій типу "перегляд", "покупка", "повторні покупки" та інші метрики. Це дозволяє зберігати всі необхідні дані, такі як загальна кількість переглядів, кількість покупок, кількість повторних покупок і загальний дохід від продажу.

Після цього програма розраховує фінансові коефіцієнти, що використовуються як показники ефективності: коефіцієнт конверсії, середній чек, коефіцієнт повторних покупок та коефіцієнт рентабельності активів, а також показники ABC- та XYZ-аналізу товарів за їх прибутковістю та попитом.

За допомогою мови програмування Python виконується візуалізація результатів аналізу у вигляді графіків та діаграм.

Програма ефективно працює з великими обсягами даних завдяки використанню Spring Batch, що дає змогу обробляти великі файли з мінімальними затратами ресурсів.

Створений програмний продукт надає бізнесам потужний інструмент для оцінки ефективності їх електронної комерції, дозволяючи отримувати важливі фінансові метрики, які можуть допомогти у поліпшенні маркетингових стратегій та управлінні бізнесом.

Висновки за розділом 3

В розділі 3 розглянуто особливості мов програмування Java та Python, які були використані для розробки програмного продукту для аналізу даних електронної комерції. Розроблена програма є потужним інструментом для обробки великих обсягів інформації та розрахунку ключових фінансових коефіцієнтів. Вона ефективно збирає, очищує та аналізує дані про поведінку користувачів, такі як перегляди, покупки та ціни, що дозволяє бізнесам отримувати цінні метрики, які допомагають оцінити ефективність комерційних стратегій.

Використання Java та Spring Batch дає змогу працювати з великими наборами даних, мінімізуючи витрати ресурсів та часу на обробку. Розраховані коефіцієнти, такі як коефіцієнт конверсії, середній чек, коефіцієнт повторних покупок і коефіцієнт рентабельності активів, дозволяють бізнесам краще розуміти свою діяльність і приймати більш обґрунтовані рішення щодо маркетингових стратегій і покращення операційної ефективності. Використання бібліотек Python дає можливість виконати додатковий візуальний аналіз даних, що дає додаткову інформацію щодо ефективності роботи платформи.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Для обчислювального експерименту було використано безкоштовний датасет платформи електронної комерції [16]. Набір даних містить 885129 рядків та 8 стовпців:

- event_time – час, коли був івент;
- event_type – тип івенту (view, purchase, order);
- product_id – унікальний ідентифікатор продукту;
- category_id – унікальний ідентифікатор категорії продукту;
- category_code – тип продукту;
- brand – бренд продукту;
- price – ціна продукту;
- user_id – унікальний ідентифікатор користувача;
- user_session – сесія користувача.

У ході попереднього аналізу датасету було зроблено перевірку на наявність пропущених значень. Стовпці category_code та brand мають пропущені дані, тому такі записи було видалено.

Деякі категорії датасету представлені дуже незначною кількістю записів, тому їх було об'єднано у спільну категорію Other. До Other, віднесені, наприклад, категорії kids.skates, construction.tools.soldering, furniture.living_room.shelving та багато інших категорій, які представлені незначною кількістю івентів. Але зауважимо, що при акцентуванні на оцінюванні показників товарообігу маркетплейсу об'єднання категорій в Other краще не виконувати.

Приклад перших 10 рядків даних розглядуваного датасету наведено в рисунку 4.1.

	event_time	event_type	product_id	category_id	category_code	brand	price	user_id	user_session
0	2020-09-24 11:57:06 UTC	view	1996170	2144415922528452715	electronics.telephone	nan	31.9	1515915625519388267	LJuJVLEJPT
1	2020-09-24 11:57:26 UTC	view	139905	2144415926932472027	computers.components.cooler	zalman	17.16	15159156255193880411	tdicLuNnRY
2	2020-09-24 11:57:27 UTC	view	215454	2144415927158964449	nan	nan	9.81	1515915625513238515	4TMarHtXQy
3	2020-09-24 11:57:33 UTC	view	635807	2144415923107266682	computers.peripherals.printer	pantum	113.81	1515915625519014356	a6FYrNgC08
4	2020-09-24 11:57:36 UTC	view	3658723	2144415921169498184	nan	cameronsino	15.87	1515915625510743344	aa4mmk0kwQ
5	2020-09-24 11:57:59 UTC	view	664325	2144415951611757447	construction.tools.saw	carver	52.33	1515915625519388062	vnkdP810DW
6	2020-09-24 11:58:23 UTC	view	3791349	2144415935086199225	computers.desktop	nan	215.41	1515915625519388877	J1t6sIYXiv
7	2020-09-24 11:58:24 UTC	view	716611	2144415923694469257	computers.network.router	d-link	53.14	1515915625519388882	kVBeYDpcBw
8	2020-09-24 11:58:25 UTC	view	657859	2144415939431498289	nan	nan	34.17	1515915625519320570	HE15U7JVy
9	2020-09-24 11:58:31 UTC	view	716611	2144415923694469257	computers.network.router	d-link	53.14	1515915625519388929	F3V89LYp39

Рисунок 4.1 – Приклад перших 10 рядків датасету

Виконаємо попередній аналіз даних, наведених у датасеті. На рисунках 4.2 та 4.3 показаний розподіл івентів за можливими значеннями дій користувачів, які вони виконують у рамках кожного івенту. До таких дій належать перегляд товару (view), додавання товару у кошик (cart) та купівля товару (purchase). (рисунок 4.2) Як бачимо, переважна кількість івентів пов'язана лише з переглядом товарів і лише 4,5% користувачів роблять покупку (рисунок 4.3). Також 6,7% івентів пов'язано з додаванням товарів до кошика (cart), тому можемо зробити висновок, що частина користувачів використовує кошик не тільки для безпосередньої покупки, а й для допоміжного збереження товарів для майбутніх дій (наприклад, для очікування знижок).

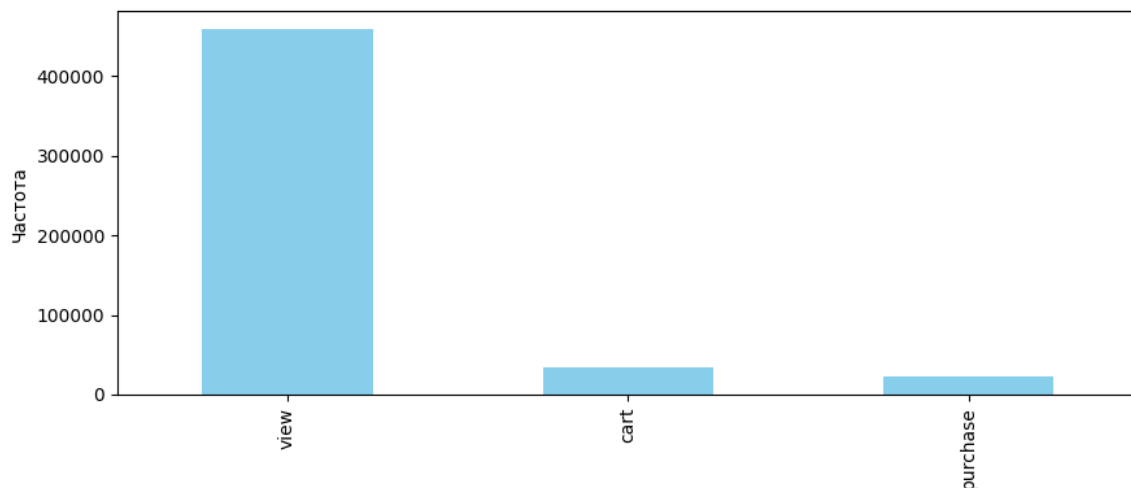


Рисунок 4.2 – Розподіл типів дій користувачів

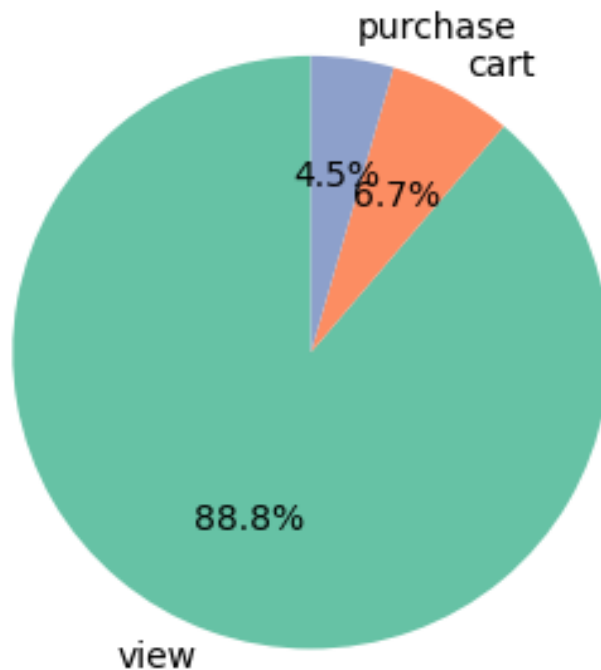


Рисунок 4.3 – Кругова діаграма розподілу типів дій користувачів

Далі проаналізуємо розподіл категорій товарів за можливими діями користувачів. Спочатку побудуємо графіки, які відображають найпопулярніші категорії (рисунки 4.4, 4.5).

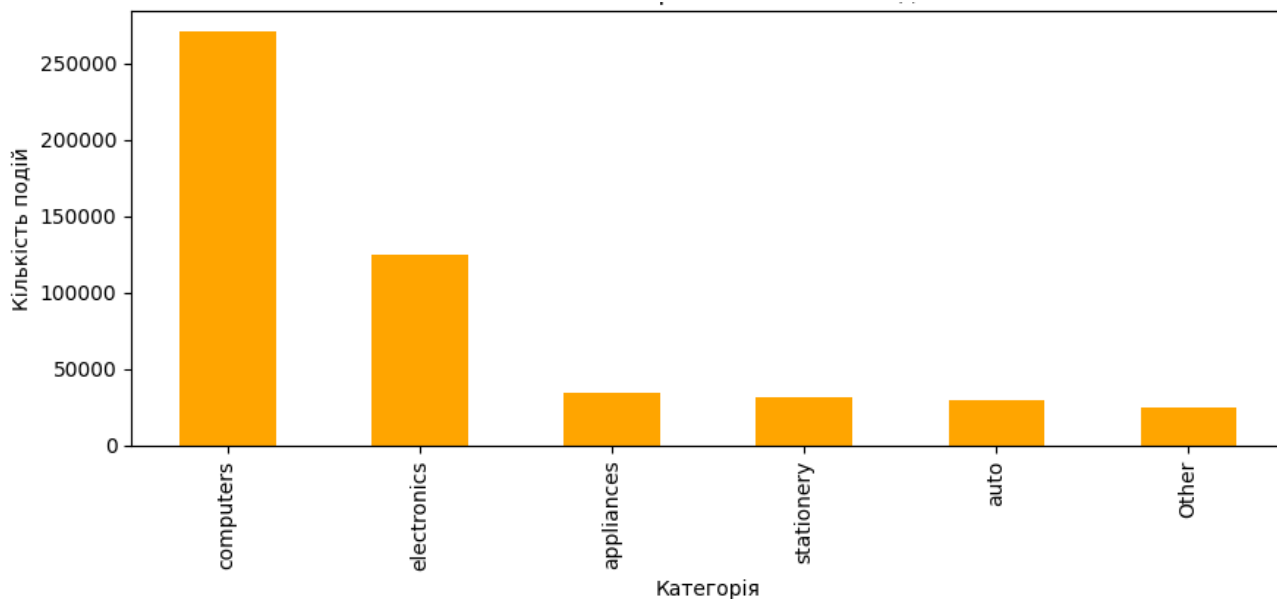


Рисунок 4.4 – Діаграма розподілу кількості подій за категоріями

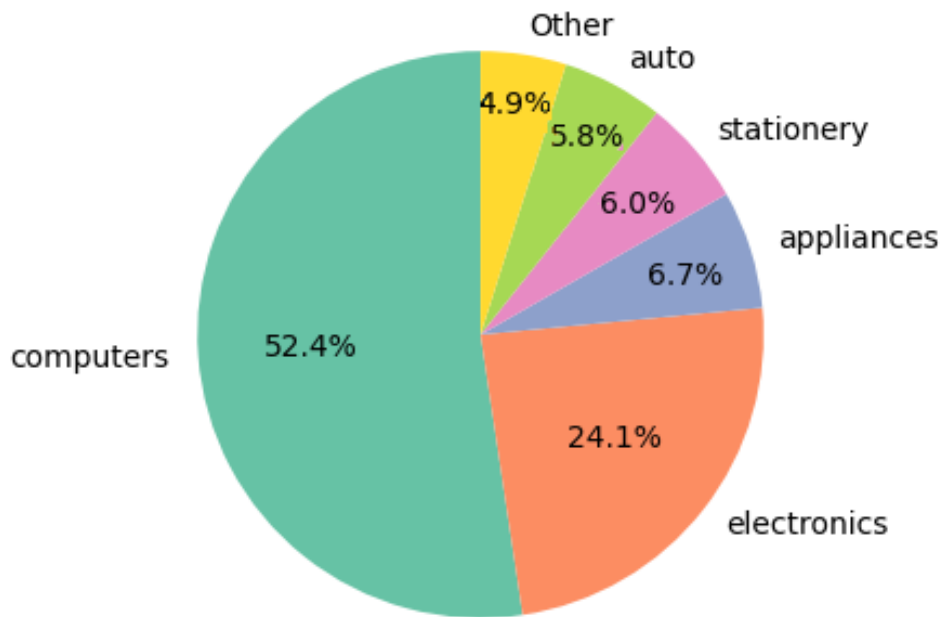


Рисунок 4.5 – Кругова діаграма розподілу кількості подій за категоріями

Як бачимо, переважна кількість дій користувачів (52,4%) припадає на категорію computers (зауважимо, що до цієї категорії входять не лише комп'ютери, а також комплектуючі до них) та electronics (електронні прилади) – 24,1%, а решта категорій – appliances (побутова техніка), auto (автотовари), stationery (канцелярське приладдя), other (інше) – є набагато менш популярними (сумарно 23,4%). Отже, можемо зробити висновок, що більшість покупців розглядуваного маткетплейсу є техніко-орієнтованими.

Далі подивимось на популярність категорій у межах окремих типів дій користувачів. На рисунках 4.6, 4.7 наведений розподіл кількості переглядів (`event_type = view`), що припадає на кожну категорію. За цими графіками можна встановити, що найбільш популярною за переглядами є категорія computers. Наступна за популярністю категорія – це electronics. Решта категорій – appliances, auto, stationery, other складають від 5,1% до 7,2% за кількістю переглядів кожна.

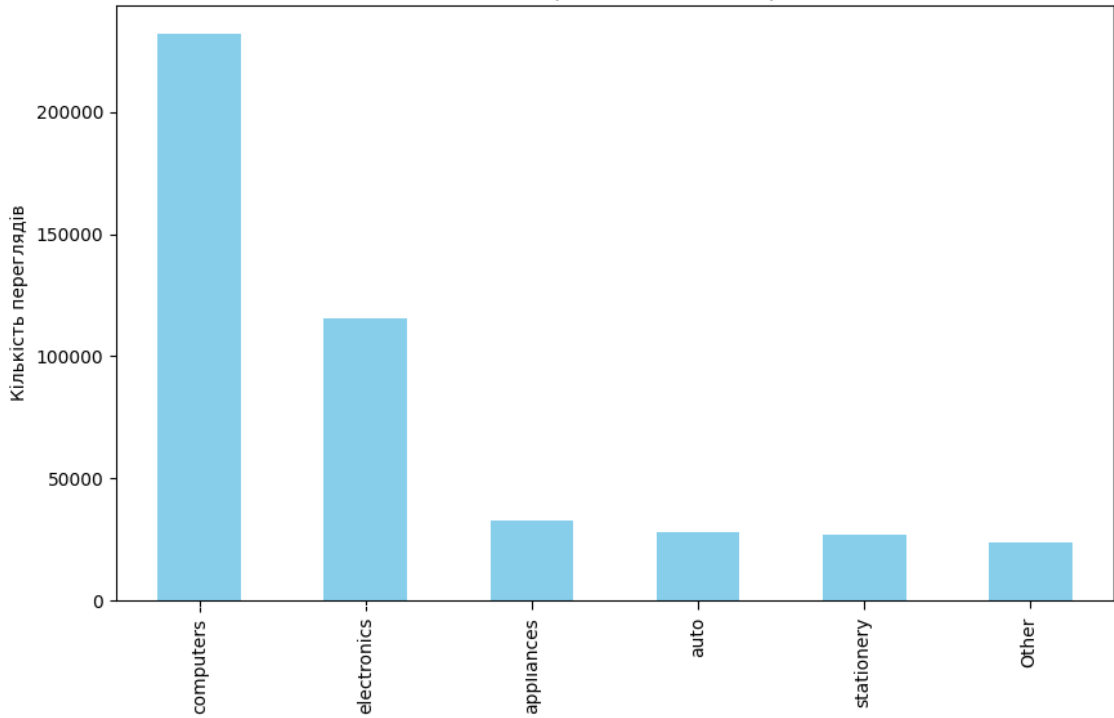


Рисунок 4.6 – Діаграма розподілу кількості переглядів за категоріями

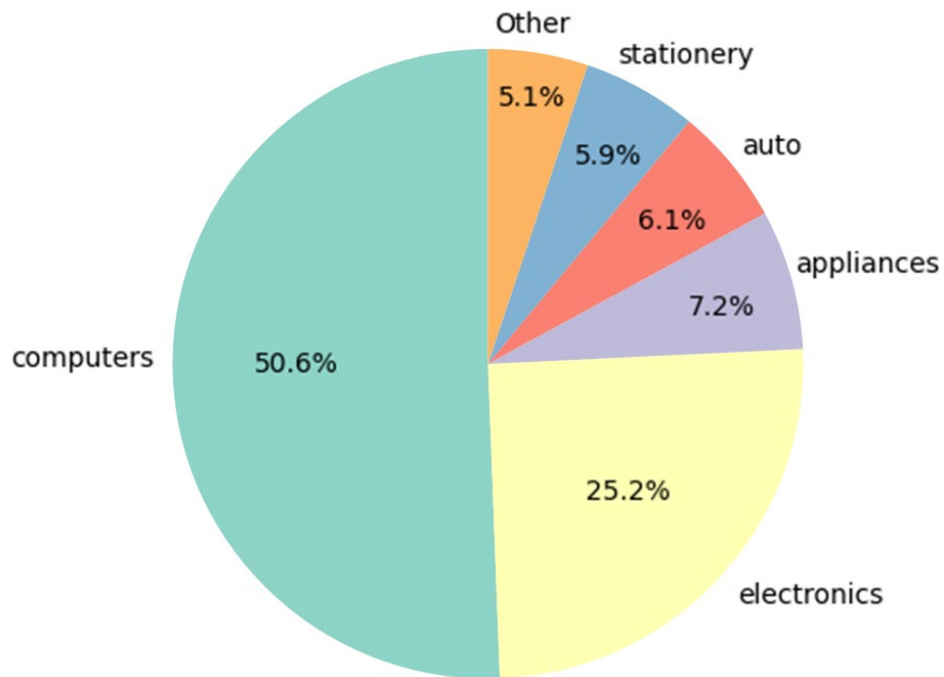


Рисунок 4.7 – Кругова діаграма розподілу кількості переглядів за категоріями

Побудуємо аналогічні діаграми для аналізу розподілу кількості покупок за категоріями (рисунки 4.8, 4.9).

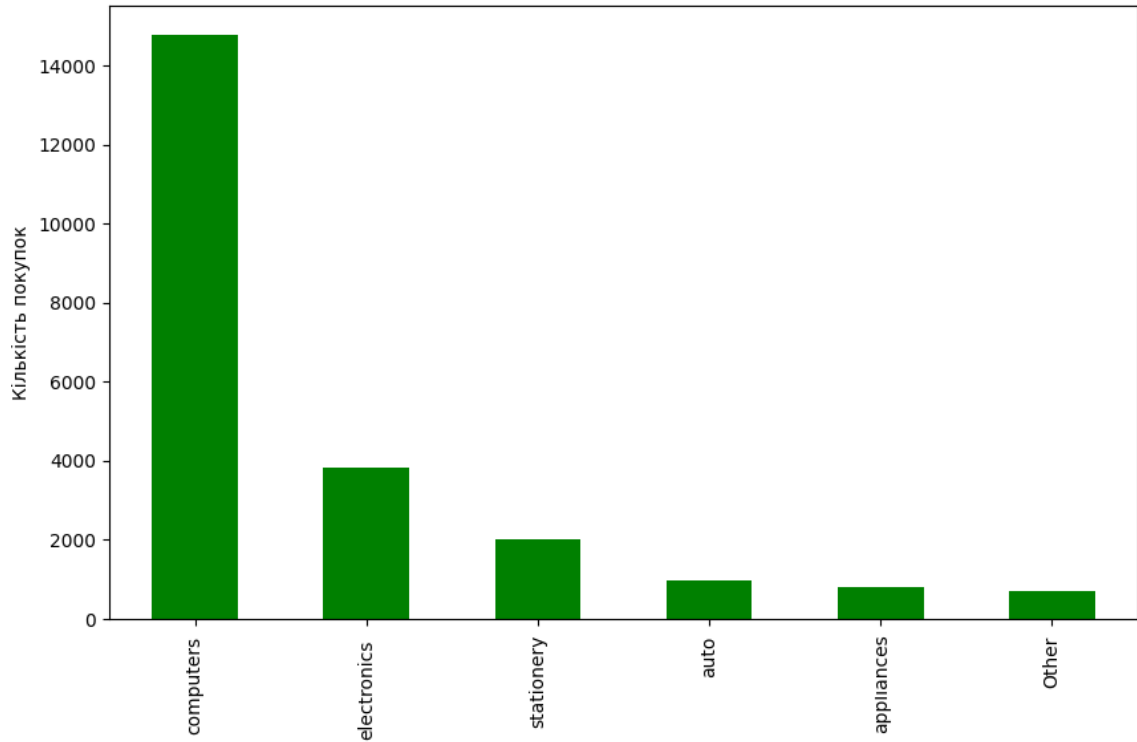


Рисунок 4.8 – Діаграма розподілу кількості покупок за категоріями

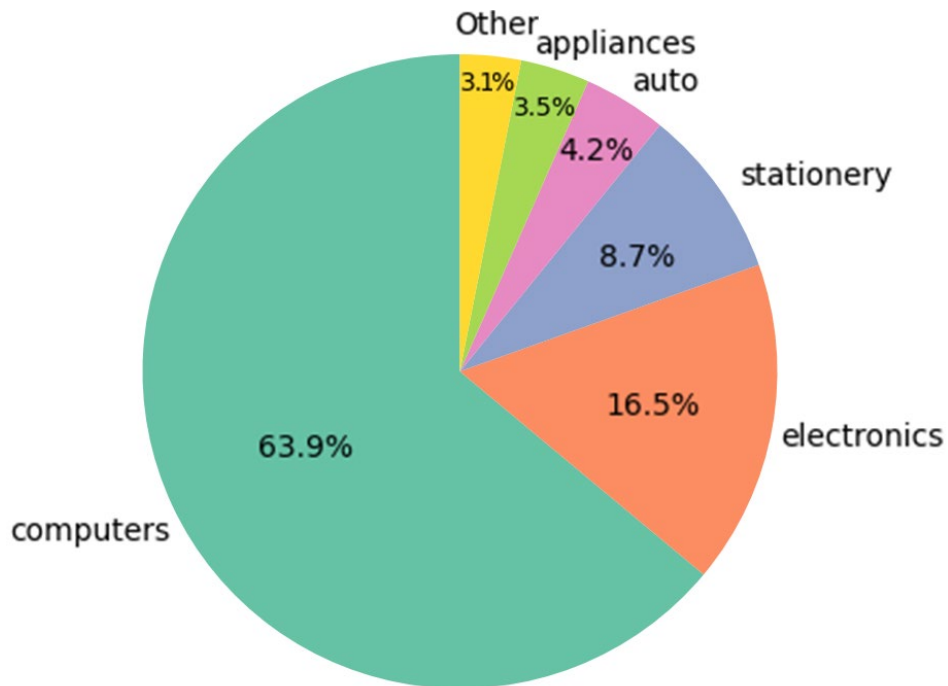


Рисунок 4.9 – Кругова діаграма розподілу кількості покупок за категоріями

Як бачимо, розподіл трохи змінюється: якщо за кількістю переглядів категорія appliances займає третє місце, а категорія stationery – передостаннє (при цьому різниця у кількості переглядів за цими двома категоріями складає менше

1,5%), то за кількістю покупок ці дві категорії змінюють свої позиції, і при цьому кількість покупок у категорії stationery більше ніж вдвічі більша, ніж у категорії appliances (8,7% та 3,5% відповідно). Категорія auto займає 4 місце як за кількістю переглядів так і за кількістю покупок.

Порівняльний аналіз кількості переглядів та покупок наведений на рисунку 4.10. Як бачимо, кількість переглядів у межах кожної категорії суттєво більша ніж кількість покупок, отже, тобто переважна більшість покупців лише ознайомлюються з асортиментом товарів. Ця інформація може бути використана для здійснення додаткових маркетингових заходів, зокрема, рекламних, у межах кожної окремої категорії.

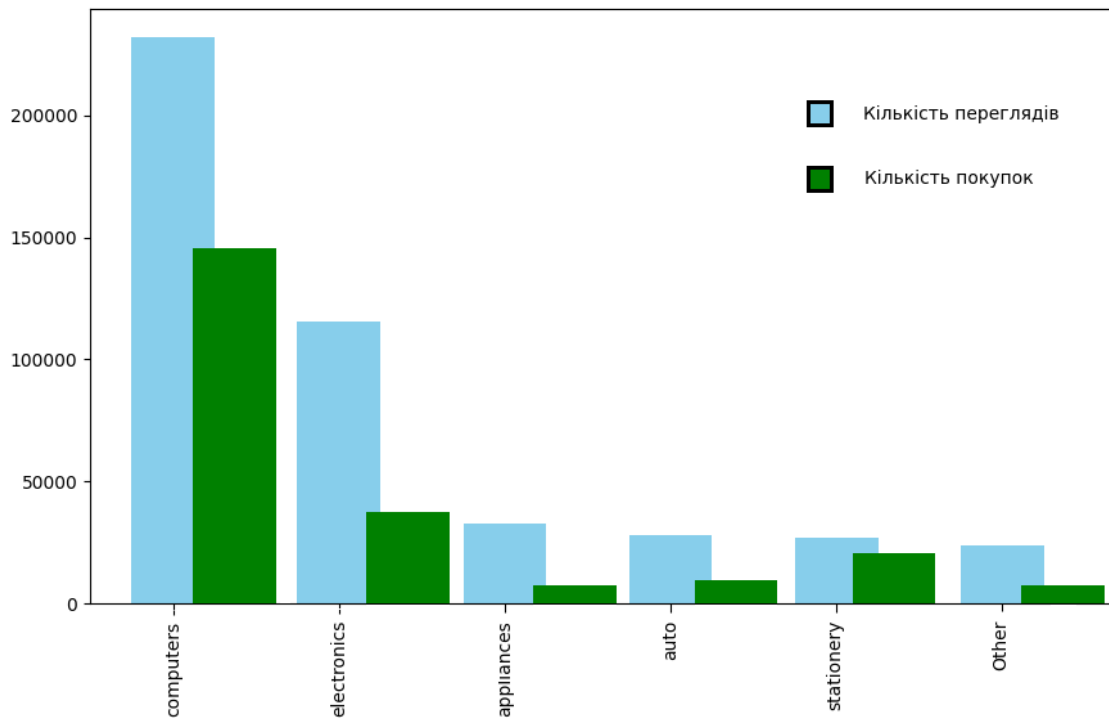


Рисунок 4.10 – Порівняння розподілу кількості переглядів та покупок за категоріями

Для завершення аналізу поведінки користувачів побудуємо аналогічні графіки щодо розподілу категорій за дією cart – додавання до кошика (рисунки 4.11, 4.12). Бачимо, що активність покупців з додавання товарів до кошика у різних категоріях повторює тенденції з покупки товарів.

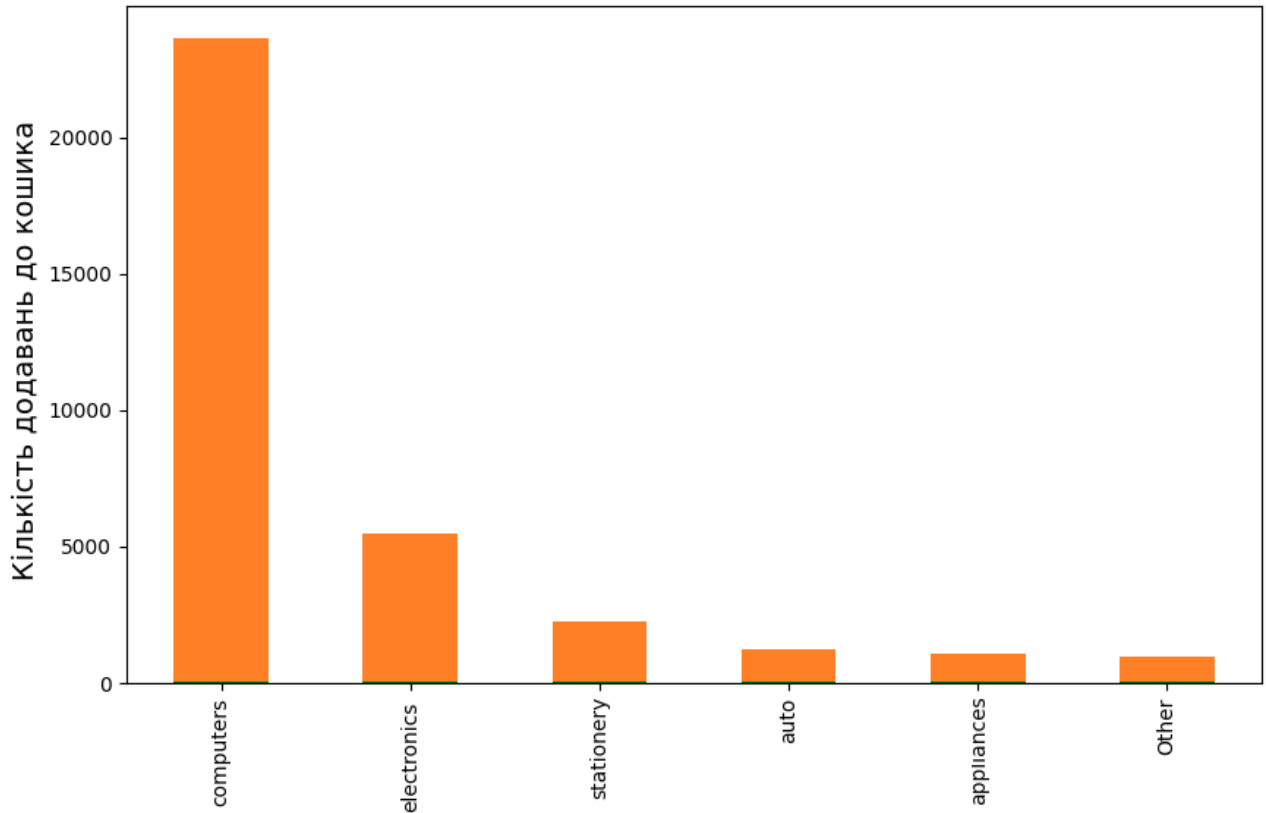


Рисунок 4.11 – Діаграма розподілу кількості додавань до кошика за категоріями

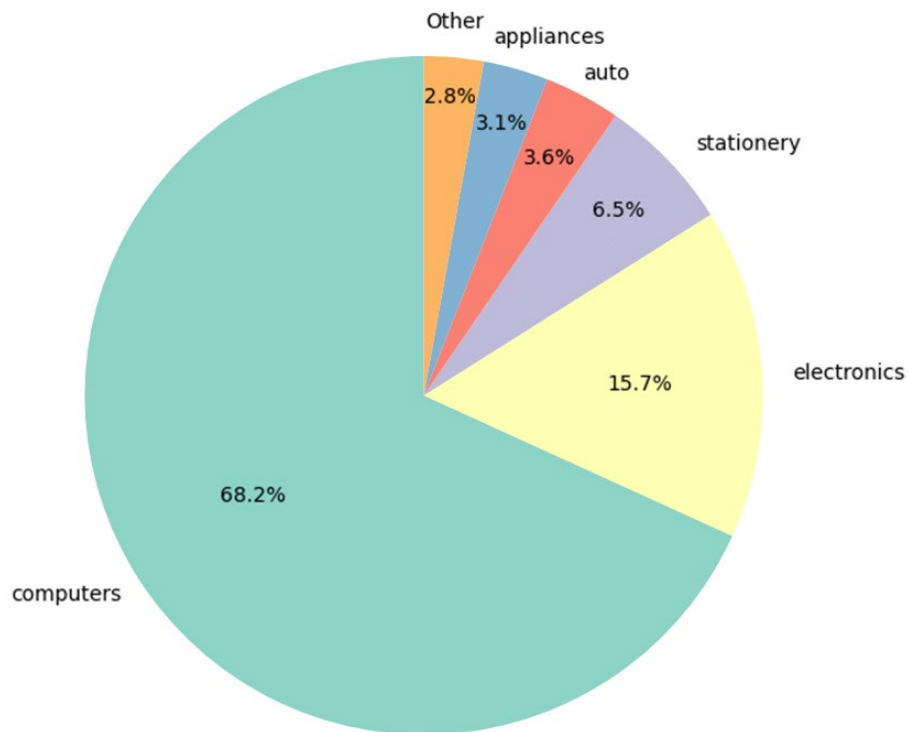


Рисунок 4.12 – Кругова діаграма розподілу кількості додавань до кошика за категоріями

Порівняльний аналіз кількості покупок та додавань товарів до кошика наведений на рисунку 4.13. Бачимо, що кількість додавань товару до кошика у межах кожної категорії більша ніж кількість покупок (але суттєво більша тільки за категорією computers, за кожною іншою – перевищення незначне). Ця інформація може бути корисною при розробці маркетингових заходів щодо збільшення купівельної активності покупців.

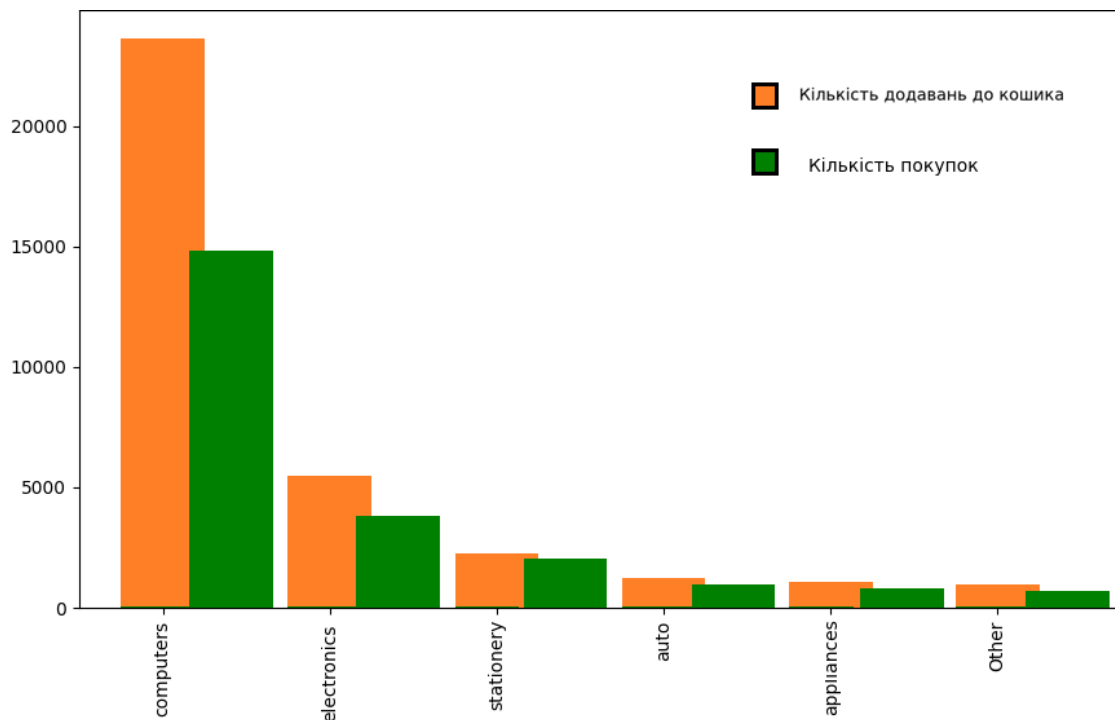


Рисунок 4.13 – Порівняння розподілу кількості додавань до кошика та покупок за категоріями

Наступним елементом аналізу є аналіз розподілу цін. Побудуємо графіки, які дозволять проаналізувати середні ціни за категоріями та розподіл цін у межах кожної окремої категорії.

На рисунку 4.14 показані середні ціни за аналізованими вище категоріями. Оскільки ціновий діапазон товарів у кожній категорії досить широкий, то на рисунку 4.15 показані середні ціни за окремими підкатегоріями товарів з кожної категорії.

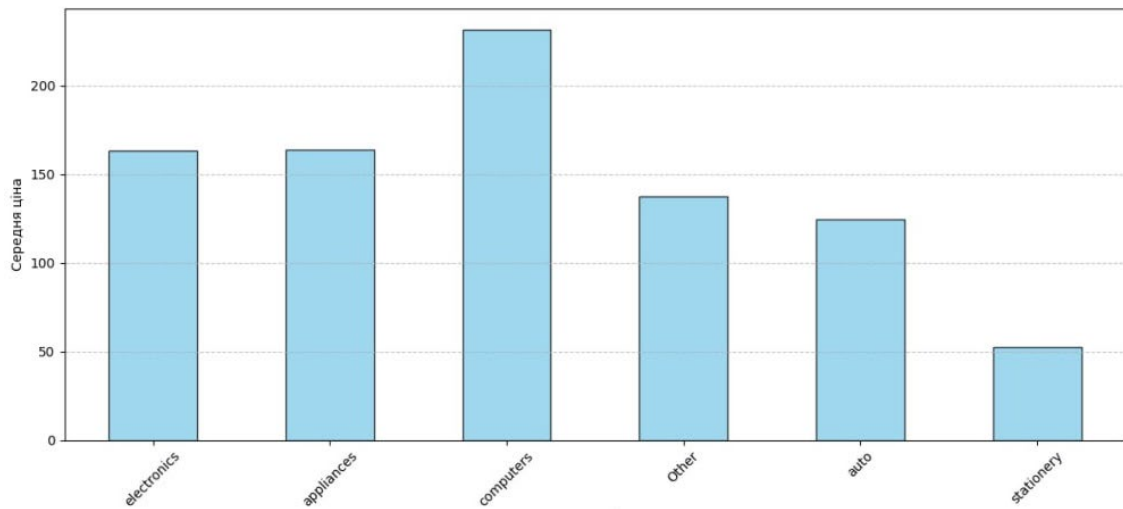


Рисунок 4.14 – Середні ціни у межах категорій

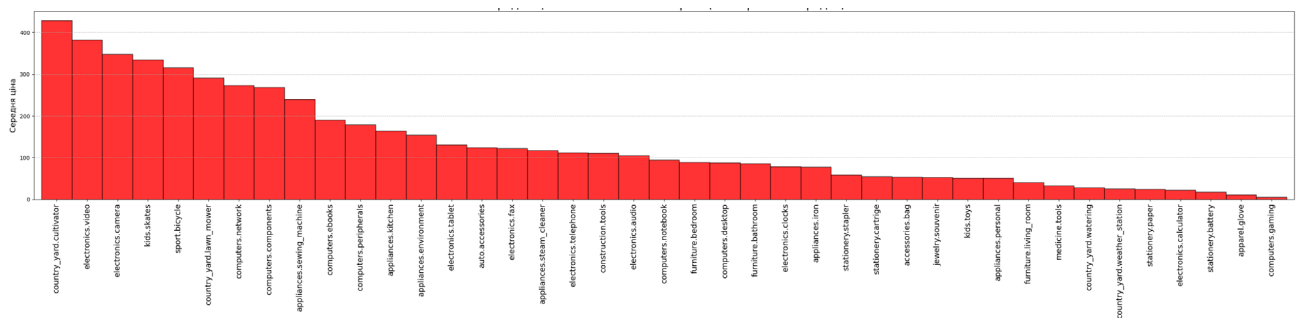
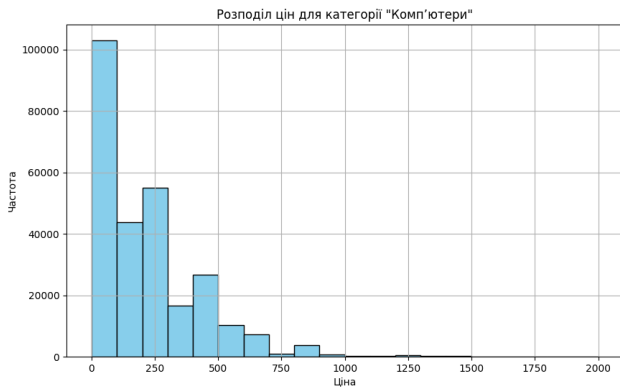


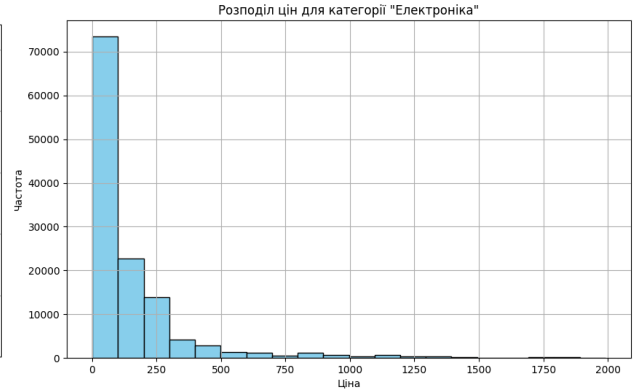
Рисунок 4.15 – Середні ціни за підкатегоріями

Подивимось на розподіл цін у межах деяких окремих категорій, прибравши попередньо викиди, тобто невелику кількість івентів, значення ціни у яких є нетипово великим. Результати для категорій computers, electronics, stationery наведені на рисунках 4.16, 4.17. Як бачимо на рис. 4.16, кількість покупок спадає із зростанням ціни.

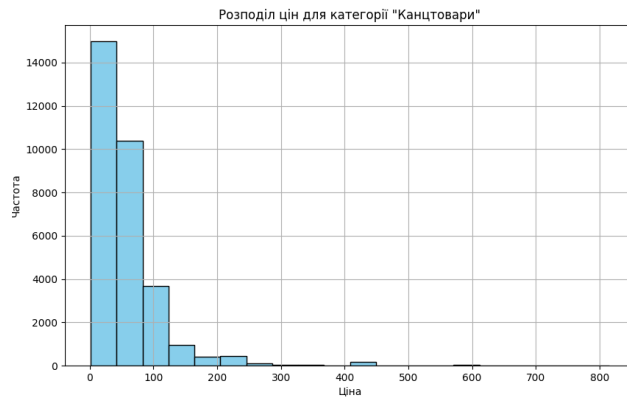
З рисунку 4.17 можна зробити висновок, що загалом користувачі покупують частіше продукти з ціною 250-300, тобто маркетлейсом користуються для придбання товарів середнього цінового діапазону частіше, ніж для придбання спеціалізованих товарів високої вартості.



а) computers



б) electronics



в) stationery

Рисунок 4.16 – Розподіл цін за окремими категоріями

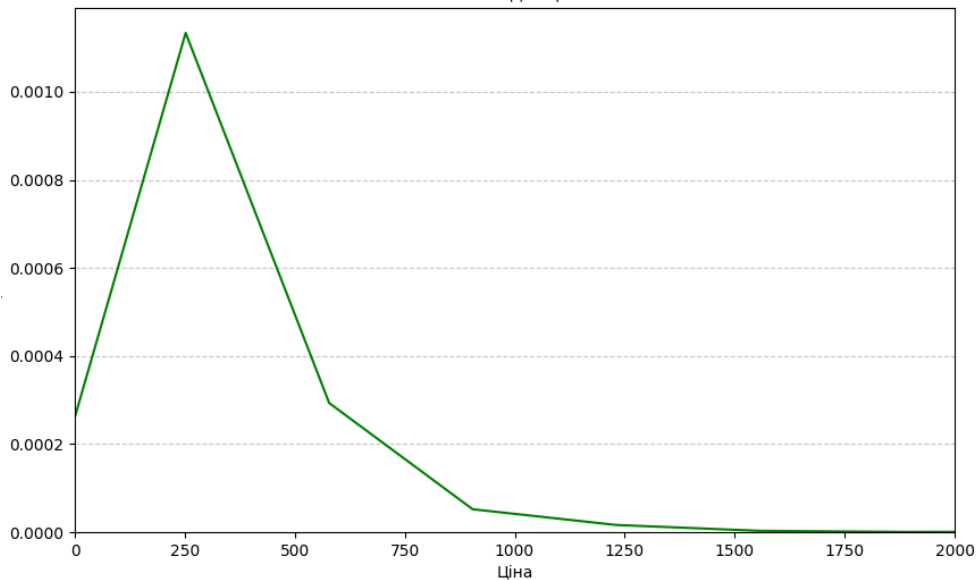


Рисунок 4.17 – Розподіл цін товарів, представлених на маркетплейсі

Далі виконаємо аналіз ABC та XYZ, щоб проаналізувати структуру

товарного асортименту маркетплейсу з точки зору доходу, який приносять товари, що на ньому реалізуються.

Для реалізації АВС-аналізу зроблено поррахунок загального доходу по підкатегоріях, відсортовано підкатегорії за спаданням доходу, обчислено кумулятивний відсоток доходу та віднесено категорії до груп А, В або С. Результати АВС-аналізу приведені на рисунку 4.18.

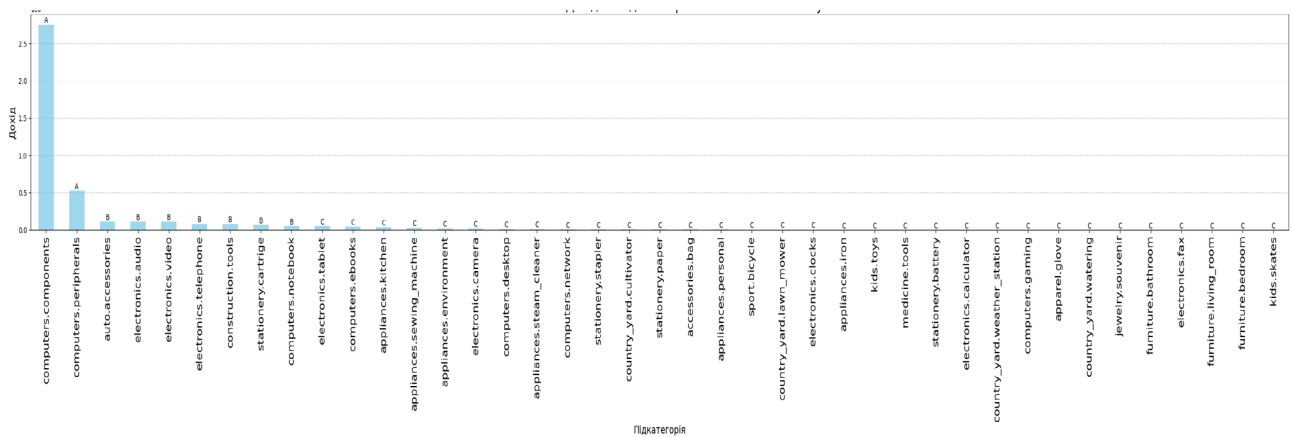


Рисунок 4.18 – АВС-аналіз підкатегорій

За результатами АВС-аналізу можна зробити висновок, що близько 80% доходу генерують товари з підкатегорій `computers.components` та `computers.peripherals` (група А). Підкатегорії `auto.accessories`, `electronics.audio`, `electronics.video`, `electronics.telephone`, `construction.tools`, `stationery.cartridge`, `computers.notebook` генерують наступні 15% доходу (група В), товари з інших підкатегорій генерують решту 5% доходу (група С).

Для реалізації XYZ-аналізу обчислимо кількості покупок за підкатегоріями у розрізі часу (за окремими місяцями) та на оснві цих даних розрахуємо коефіцієнт варіації (CV) і за його значенням визначимо категорію стабільності. Результати XYZ-аналізу наведені на рисунку 4.19.

З отриманих результатів XYZ-аналізу можна зробити висновок, що попит на всі категорії товарів в даному маркетплейсі суттєво змінюється з часом: найменші значення коефіцієнта варіації потрапляють у діапазон $(0,4; 0,5)$ та відповідають товарам з підкатегорій `electronics.telephone`, `computers.network`,

computers.notebook, auto.accessories, electronics.tablet, stationery.cartridge, electronics.audio, computers.peripherals; значення коефіцієнта варіації більше 1 відповідає товарам з підкатегорій electronics.clocks, kids.toys, electronics.calculator, country_yard.lawn_mower, appliances.iron, sport.bicycle, country_yard.weatherstation, computers.gaming. Це можна пояснити тим, що кожна підкатегорія наповнена різноманітними товарами з різним рівнем цін, тому попит на товари навіть у межах однієї підкатегорії суттєво відрізняється. Отже, для отримання більш якісної класифікації товарів за стабільністю попиту на них необхідно виділяти окремі групи товарів у межах кожної підкатегорії та виконувати XYZ-аналіз за кожною з цих груп.

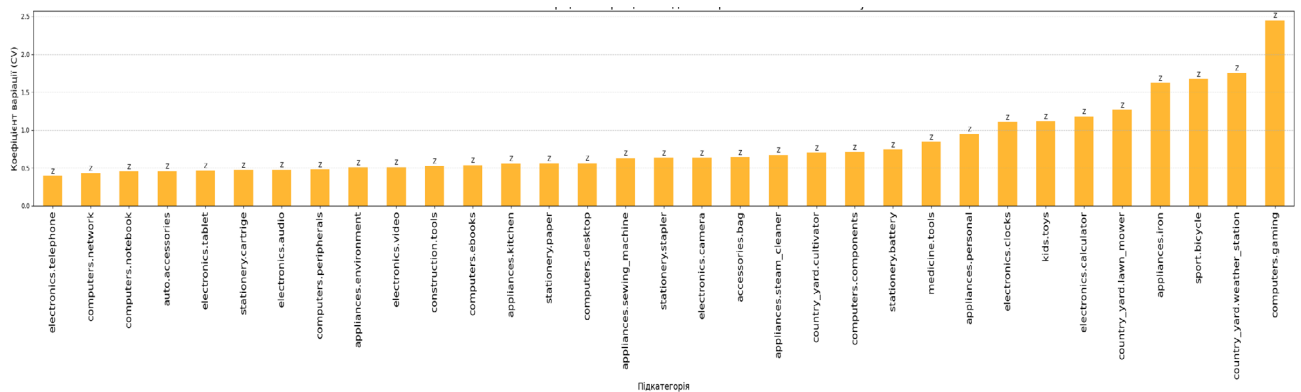


Рисунок 4.19 – XYZ-аналіз підкатегорій

Заключним етапом аналізу ефективності є визначення бізнес-показників роботи маркетплейсу. Для обчислення цих показників використаємо наступні дані:

- загальна кількість переглядів – 793748;
- загальна кількість покупок – 37346;
- кількість повторних покупок – 16042;
- загальний дохід – 5125395,62.

Показник витрат маркетплейсу візьмемо на рівні 1000000,00.

За таких умов отримаємо значення показників ефективності:

- коефіцієнт конверсії: 4,71%;
- середній чек: 137,24;
- коефіцієнт повторних покупок: 42,96%;

– коефіцієнт рентабельності активів: 5,125%.

Виконаємо аналіз отриманих результатів.

Коефіцієнт конверсії відображає співвідношення кількості покупок на перегляди і його значення на рівні 4,71% є досить високим показником ефективності маркетплейсу.

Середній чек (137,24) та графік розподілу цін за частотою (рисунок 4.17) відображають границі цін, які повинен встановлювати маркетплейс для збільшення своєї ефективності.

Коефіцієнт повторних покупок (42,96%) відображає лояльність користувачів до маркетплейсу чи бренду продукту. Значення цього показника суттєво більше 30% свідчить про високу ефективність.

Коефіцієнт рентабельності активів (5,125%) відображає ефективність використання активів маркетплейсу, для невиробничої сфери показник менше 15% свідчить про неефективне використання активів.

Висновки за розділом 4

У даному розділі наведено результати обчислювального експерименту за допомогою розробленої програми, яка дозволяє аналізувати ефективність платформи електронної комерції з точки зору її фінансової ефективності, користувачької активності, наповнення товарами та попиту на ці товари.

У рамках обчислювального експерименту розглянуто типовий датасет, виконано його попередню обробку та підготовлено дані для подальшого аналізу.

Побудовані та проаналізовані графіки, які дозволяють отримати уявлення про тематичну спрямованість маркетплейсу та купівельну активність покупців за різними категоріями товарів.

Також розраховано низку найважливіших показників, які дозволяють оцінити ефективність маркетплейсу та висунути рекомендації щодо якісної організації його подальшої роботи.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто проблему аналізу ефективності платформ електронної комерції та проаналізовано існуючі методи аналізу ефективності. У ході виконання системного аналізу було побудовано низку моделей, які дозволяють краще зрозуміти призначення та функції розглядуваної системи, її місце у оточуючому середовищі та інформаційні потоки у ній. Було досліджено методи, які можуть бути використані для аналізу, та виконано їх порівняння за допомогою методу аналізу ієрархій. Це дозволило оцінити сильні та слабкі сторони цих методів та обрати найбільш ефективний. Найбільш перспективною групою методів є методи статистичного аналізу, вони дозволяють проаналізувати великі обсяги даних та зробити порівняння.

У ході виконання роботи було розроблено програмний продукт, який дозволив розв'язати поставлену задачу. У ході тестування програми було проведено обчислювальний експеримент на основі датасету з відкритих джерел. У експерименті було обчислено числові показники ефективності маркетплейсу, побудовано графіки, що дозволяють отримати уявлення про структуру датасету та деякі його товарні та економічні характеристики, а також виконано аналіз отриманих результатів.

Результати, отримані у кваліфікаційній роботі, свідчать про те, що розглянуті методи оцінки ефективності можуть бути корисними в аналізі роботи платформ електронної торгівлі та встановленні причин їх недостатньої ефективності, а також при визначенні способів виправлення таких ситуацій та підвищення економічних показників.

Результати дослідження можна застосовувати для оцінювання показників ефективності та знаходження відповідностей платформ електронної торгівлі з урахуванням майбутніх змін у бізнес-цілях і ринку, щоб своєчасно адаптувати інструменти електронної комерції до нових умов.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Iovsa O. Methods for analyzing the effectiveness of e-commerce platforms. *III International Scientific and Practical Conference «LEARNING & TEACHING in the World after the War»*. Kharkiv, 2024. P. 214.
2. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу. Харків : ХНАМГ, 2004. 115 с.
3. Катренко А. В. Системний аналіз. Львів : Новий світ – 2000, 2011. 396 с.
4. Катренко А. В., Пасічник В. В., Пасько В. П. Теорія прийняття рішень. Київ : Видавнича група BVH, 2009. 448 с.
5. Parker G., Van Alstyne M., Choudary S.P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You. New York : W. W. Norton & Company, 2016. 352 p.
6. Слободяник А. М., Могилевська О. Ю., Романова Л. В., Салькова І. Ю. Digital-маркетинг: теорія і практика: навчальний посібник. Київ : КиМУ, 2022. 228 с.
7. Борисова Т. М. Комплексний Інтернет-маркетинг: Тернопіль : ЗУНУ, 2022. 272 с.
8. Тардаскіна Т. М., Стрельчук Є. М., Терешко Ю. В. Електронна комерція. Одеса : ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. 244 с.
9. Марченко В. М., Шутюк В. В. Логістика. Київ : Видавничий дім «Артек», 2018. 312 с.
10. Безсмертна О. В., Мороз О. О., Білоконь Т. М., Шварц І. В. Логістика. Вінниця : ВНТУ, 2018. 162 с.
11. Васильєв О. М. Програмування мовою Java. Київ : Навчальна книга – Богдан, 2020. 696 с.
12. McKinney W. Python for Data Analysis. Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter. Springfield : O'Reilly Media . 2022. 552 p.
13. Pandas – Python Data Analysis Library. URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата звернення: 02.12.2024).

14. Matplotlib – Visualization with Python. URL: <https://matplotlib.org/> (дата звернення: 02.12.2024).

15. Seaborn: statistical data visualization – seaborn 0.12.2 documentation. URL: <https://seaborn.pydata.org/> (дата звернення: 02.12.2024).

16. eCommerce events history in electronics store. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/mkechinov/e-commerce-events-history-in-electronics-store> (дата звернення: 02.12.2024).