

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Факультет економіки та управління
Кафедра економічної теорії**

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «Економічна аналітика»
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 05 «Соціальні та поведінкові науки»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 051 Економіка**

Форма навчання: очна (денна)

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на тему «Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції»

здобувача Литвинця Ростислава Романовича

Науковий керівник: к. е. н., доц. Котенок Андрій Григорович

(підпис)

**Робота допущена до захисту перед екзаменаційною
комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)**

В.о. завідувача кафедри економічної теорії д. е. н., професор
Кириленко Володимир Іванович

(підпис)

Київ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА

Факультет економіки та управління

Кафедра економічної теорії

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

«Економічна аналітика»

05 «Соціальні та поведінкові науки»

051 Економіка

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

А.Г. Котенок

(підпис) (ініціали, прізвище)

В.І. Кириленко

(підпис) (ініціали, прізвище)

11 вересня 2024 р.

11 вересня 2024 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувачу вищої освіти Литвинця Ростислава Романовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

очної (денної)

очної (денної), заочної, дистанційної

форми навчання

на підготовку кваліфікаційної магістерської роботи

на тему « Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції »

Тему затверджено наказом ректора Університету від "09" вересня 2024 р. № 1477-ст

Кваліфікаційна магістерська робота виконується на матеріалах

ФОП Павленко Тетяна Володимирівна

План кваліфікаційної магістерської роботи

Розділ 1	Теоретичні основи штучного інтелекту та електронної комерції (назва розділу)
Розділ 2	Використання штучного інтелекту в електронній комерції: аналіз практик (назва розділу)
Розділ 3	Практичне застосування ші у електронній комерції (назва розділу)

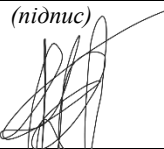
Об'єкт дослідження:	Сучасні бізнес-процеси та методи застосування ШІ в електронній комерції
Предмет дослідження:	Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції
Мета кваліфікаційної магістерської роботи:	Виявити та систематизувати вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції, а також оцінити ефективність конкретних ШІ-рішень для оптимізації бізнес-процесів у цій галузі і розробити власне у якості практичного досвіду

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі 1	Дослідити теоретичні засади штучного інтелекту, зокрема вивчити ключові поняття і основні технології, які застосовуються в сучасних бізнес-процесах. Також необхідно провести ретроспективний аналіз теоретичних підходів щодо впровадження штучного інтелекту в електронну комерцію
У розділі 2	Визначити основні напрямки використання штучного інтелекту в електронній комерції. Дослідити вплив ШІ на персоналізацію користувацького досвіду, оптимізацію логістики, управління запасами та обслуговування клієнтів. Дослідити практичні аспекти оптимізації логістики та управління запасами в електронній комерції за допомогою технологій штучного інтелекту
У розділі 3	Розробити авторське рішення щодо впровадження рекомендаційної системи в електронну комерцію. Оцінити результати практичного застосування ШІ-рішень у реальних бізнес-процесах. Оцінити ефективність створеної рекомендаційної системи, проаналізувати результати та надати практичні рекомендації для її впровадження в бізнес-процеси електронної комерції

**Завдання підготував
науковий керівник**

**Завдання одержав
здобувач**

 (підпис)	Котенок А. Г. (ініціали, прізвище)
	«11» вересня 2024 р.
 (підпис)	Литвинець Р.Р. (ініціали, прізвище)
	«11» вересня 2024 р.

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота містить 93 сторінки, 1 таблицю, 32 рисунки, список використаних джерел з 54 найменувань.

«Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції»

(назва кваліфікаційної магістерської роботи)

Об'єктом дослідження кваліфікаційної магістерської роботи є сучасні бізнес-процеси та методи застосування ШІ в електронній комерції.

Предметом дослідження є вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції.

Мета і завдання дослідження. Основною метою є виявити та систематизувати вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції, а також оцінити ефективність конкретних ШІ-рішень для оптимізації бізнес-процесів у цій галузі і розробити власне у якості практичного досвіду.

Відповідно до поставленої мети були визначені такі *завдання*:

- Дослідити теоретичні засади штучного інтелекту, зокрема ключові поняття та основні технології, що застосовуються в сучасних бізнес-процесах
- Провести ретроспективний аналіз теоретичних підходів щодо впровадження ШІ в електронну комерцію
- Визначити основні напрямки використання штучного інтелекту в електронній комерції
- Дослідити вплив ШІ на персоналізацію користувацького досвіду, оптимізацію логістики, управління запасами та обслуговування клієнтів
- Дослідити практичні аспекти оптимізації логістики та управління запасами в електронній комерції за допомогою технологій штучного інтелекту
- Розробити авторське рішення щодо впровадження рекомендаційної системи в електронну комерцію
- Оцінити результати практичного застосування ШІ-рішень у реальних бізнес-процесах
- Оцінити ефективність створеної рекомендаційної системи, проаналізувати результати та надати практичні рекомендації для її впровадження в бізнес-процеси електронної комерції

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Під час дослідження було систематизовано сучасні теоретичні підходи до використання штучного інтелекту в електронній комерції, проаналізовано вплив впровадження ШІ на ключові аспекти бізнес-процесів, такі як персоналізація користувацького досвіду, оптимізація логістики та управління запасами. Виявлено взаємозв'язок між впровадженням ШІ-рішень і

підвищенням ефективності електронної комерції, а також визначено основні напрями інтеграції штучного інтелекту у сучасні бізнес-процеси.

Практичні результати дослідження полягають у розробці рекомендаційної системи для електронної комерції, що базується на алгоритмах штучного інтелекту, а також у моделюванні та оцінці ефективності її використання в реальних бізнес-процесах. Практичне значення мають надані рекомендації щодо інтеграції ШІ у бізнес-процеси, які спрямовані на підвищення рівня задоволеності клієнтів та покращення користувацького досвіду.

Рік виконання кваліфікаційної магістерської роботи – 2024.

Рік захисту роботи – 2024.

Ключові слова: електронна комерція, штучний інтелект, бізнес-процеси, персоналізація, логістика, управління запасами, рекомендаційна система.

В і д г у к
про кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача факультету економіки та управління
освітньо-професійної програми «Економічна аналітика»

Литвинець Р.Р.

(прізвище, ініціали)

на тему Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції

(назва теми)

1. Актуальність теми. Обрана тема є надзвичайно актуальною в умовах стрімкого впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси. Штучний інтелект стає ключовим інструментом оптимізації електронної комерції, сприяючи персоналізації, автоматизації, підвищенню якості обслуговування клієнтів та покращенню логістичних процесів. Дослідження Литвинця Р.Р. відповідає сучасним викликам ринку, зокрема вітчизняного, та спрямоване на вирішення важливих практичних питань.

2. Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи. Робота вирізняється комплексним підходом до вивчення теоретичних та практичних аспектів впливу штучного інтелекту на електронну комерцію, ґрунтовним аналізом сучасних технологій і практик використання ШІ, розробкою авторської рекомендаційної системи, що має вагоме прикладне значення.

3. Наявність самостійних розробок автора. У роботі представлено розроблену автором рекомендаційну систему, яка демонструє практичну інтеграцію ШІ в електронну комерцію. Здобувач також самостійно провів оцінку ефективності створеного рішення в реальних бізнес-процесах, що свідчить про високий рівень його аналітичних і дослідницьких здібностей.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій. Отримані результати мають як теоретичну, так і практичну значущість. Систематизація теоретичних підходів до впровадження ШІ в електронну комерцію дозволяє сформулювати нові наукові основи для подальших досліджень. Практичні рекомендації здобувача можуть бути використані для вдосконалення бізнес-процесів у реальних компаніях.

5. Наявність недоліків. Деякі частини роботи потребують більш глибокого аналізу, зокрема впливу етичних аспектів застосування ШІ. Також можна було б розширити перелік досліджуваних кейсів.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної магістерської роботи та її допущення до захисту перед ЕК. Кваліфікаційна магістерська робота Литвинця Р.Р. є високоякісним науковим дослідженням, яке відповідає вимогам, що ставляться до таких робіт. Робота заслуговує на високу оцінку і рекомендована до захисту перед ЕК. Оцінка письмової частини кваліфікаційної роботи 64 бали.

Науковий керівник професор кафедри економічної теорії, к.е.н., доцент

(посада, учене звання, науковий ступінь)

Котенок А.Г.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

“20” листопада 2024 р.

Рецензія

на кваліфікаційну магістерську роботу здобувача
вищої освіти

Литвинця Ростислава Романовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції

1. Актуальність теми кваліфікаційної магістерської роботи і доцільність її розроблення

Дипломна робота на тему «Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції» є актуальною у світлі стрімкого зростання електронної комерції та впровадження новітніх цифрових технологій. Інтеграція штучного інтелекту дозволяє значно покращити персоналізацію, оптимізувати логістичні процеси та підвищити ефективність бізнес-процесів. Робота сприяє вирішенню актуальних задач сучасного бізнесу, таких як зростаючі очікування споживачів та підвищення конкурентоспроможності компаній у глобальному масштабі.

2. Якість проведеного дослідження

Робота демонструє високий рівень аналітичного підходу та ґрунтовне вивчення теоретичних і практичних аспектів теми. Автор зібрав значну кількість сучасних джерел і провів їх критичний аналіз, що дозволило всебічно розкрити тему. Практична частина роботи є добре структурованою, містить чітке обґрунтування вибору методів і технологій для створення рекомендаційної системи.

3. Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи

- Актуальність теми та її практична спрямованість.
- Ґрунтовний теоретичний аналіз, який охоплює історію, технології та методи використання ШІ в електронній комерції.
- Практичне впровадження рекомендаційної системи, заснованої на аналізі реальних даних

4. Зауваження

- У роботі можна було б більше уваги приділити соціальним та етичним аспектам впровадження штучного інтелекту.
- Варто розширити порівняльний аналіз між різними підходами до впровадження ШІ, що дало б глибше розуміння вибраного рішення.

5. Практична значимість висновків і рекомендацій

Результати дослідження мають значну практичну цінність, оскільки розроблені рекомендації можуть бути використані для впровадження ефективних систем персоналізації та підвищення якості обслуговування клієнтів у електронній комерції. Рекомендаційна система, запропонована в роботі, є інноваційним рішенням, яке можна легко інтегрувати у бізнес-процеси сучасних компаній.

Місце роботи та посада рецензента

Науковий ступінь, учене звання (за наявності)

директор ФОР Тетяна Володимирівна -
рівня Павленко

(підпис, ПІБ)

Підпис засвідчую:

(посада, підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ	8
1.1 Історія та еволюція електронної комерції	8
1.2. Основні технології та платформи для електронної комерції	16
1.3. Вплив цифрових технологій на розвиток торгівельних процесів	28
РОЗДІЛ 2: ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ: АНАЛІЗ ПРАКТИК	37
2.1. Аналіз сучасних технологій ШІ у сфері електронної комерції	37
2.2. Персоналізація користувацького досвіду через ШІ.....	43
2.3. Оптимізація логістики та управління запасами	58
РОЗДІЛ 3: ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ У ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ.....	67
3.1. Опис і аналіз обраних даних для створення рекомендаційної системи	67
3.2 Вибір моделі, технології та аналіз результатів	75
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

ВСТУП

З розвитком інтернет-технологій, електронна комерція стала одним із ключових сегментів світової економіки. За даними Statista, обсяг продажів у цьому секторі продовжує зростати, досягаючи мільярдних показників щорічно. Це збільшує попит на інноваційні рішення для покращення ефективності бізнес-процесів. ШІ вже не просто майбутня технологія, а реальний інструмент, який активно впроваджується в різні галузі. У сфері електронної комерції штучний інтелект застосовується для персоналізації користувацького досвіду, прогнозування поведінки споживачів, оптимізації логістики та управління запасами, автоматизації обслуговування клієнтів через чат-боти тощо.

Компанії, що використовують ШІ, отримують значні конкурентні переваги. За допомогою ШІ вони можуть краще розуміти потреби клієнтів, швидко реагувати на зміни ринку та забезпечувати високу якість обслуговування. Це робить дослідження даної теми актуальним для бізнесів, які прагнуть залишатися лідерами на ринку. Хоча багато аспектів використання ШІ в електронній комерції вже досліджено, існують нові напрямки, які потребують подальшого вивчення. Це, зокрема, стосується практичного застосування нових ШІ-алгоритмів, їх інтеграції з існуючими бізнес-системами та оцінки економічної ефективності.

Останні роки наукова спільнота активно досліджує вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції, зосереджуючись на таких аспектах, як персоналізація користувацького досвіду, оптимізація логістики та автоматизація обслуговування клієнтів. Значний внесок у цю сферу зробили зарубіжні дослідники Хуан і Раст, Агравал, Ганс та Голдфарб, Рен та інші.

Хуан і Раст у своїх роботах досліджують роль штучного інтелекту в сфері послуг, включаючи електронну комерцію, та його вплив на взаємодію з клієнтами. Вони підкреслюють, що ШІ може радикально змінити спосіб надання послуг, підвищуючи ефективність та індивідуалізацію сервісу. Проте автори зазначають, що етичні та соціальні наслідки впровадження ШІ потребують глибшого аналізу [1].

Агравал, Ганс та Голдфарб у книзі «Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence» розглядають економічні аспекти впровадження штучного інтелекту та його вплив на бізнес-моделі, зокрема в електронній комерції. Вони акцентують увагу на тому, що здешевлення прогнозування завдяки ШІ може призвести до значних змін у структурі ринку. Однак їх дослідження більше зосереджене на теоретичних аспектах і менше на практичних застосуваннях у сфері e-commerce [2].

Автори Чан С., Дун Ї. та Ван С. у своїй роботі «Personalized Product Recommendation in Online Retail Using Artificial Intelligence» досліджують застосування алгоритмів штучного інтелекту для персоналізованих рекомендацій у сфері онлайн-роздрібної торгівлі. Автори аналізують, як ШІ-алгоритми можуть підвищити конверсію та задоволеність клієнтів, що безпосередньо стосується вашої мети розробки рекомендаційної системи для електронної комерції. Висновки статті можуть служити науковим підґрунтям для дослідження, надаючи практичні приклади та методологічні підходи до впровадження ШІ-рішень у бізнес-процеси [3].

В українському контексті тема впливу штучного інтелекту на електронну комерцію активно досліджується вітчизняними науковцями, які зосереджуються на різних аспектах цієї галузі, включаючи оптимізацію логістики, покращення бізнес-процесів та формування довіри споживачів.

Чебанова О.П. та Волохов В.А. у статті «Використання технологій машинного навчання для оптимізації логістики» досліджують важливість впровадження машинного навчання в логістичні процеси. Автори аналізують недоліки традиційних методів логістики та обґрунтовують необхідність застосування машинного навчання для підвищення гнучкості та швидкості реагування на ринкові зміни. Вони акцентують увагу на комплексному використанні сучасних технологій, включаючи системи управління транспортними ресурсами, програмне забезпечення для планування маршрутів, управління складами, системи моніторингу транспорту та вантажів, а також аналітику та прогнозування попиту. Автори також висвітлюють виклики, пов'язані з впровадженням інформаційних технологій у логістичні системи, такі

як високі витрати, недостатня кваліфікація персоналу та проблеми інтеграції систем [4].

Музиченко Т.О., Скорба О.А. та Шевчук А.А. у роботі «Штучний інтелект як засіб оптимізації бізнес-процесів в електронній комерції» досліджують особливості використання штучного інтелекту в бізнес-процесах компаній електронної комерції. Вони відзначають переваги впровадження ШІ, такі як швидкість обробки даних, персоналізація пропозицій для клієнтів, автоматизація багатьох бізнес-процесів та покращення якості обслуговування. Аналіз практичного досвіду використання ШІ у сучасних світових компаніях показав позитивні зміни у процесах та взаємодії з клієнтами. Проте автори акцентують увагу на проблемах, які можуть стримувати подальший розвиток використання ШІ, зокрема нормативно-правове регулювання та етичні аспекти. Вони підкреслюють необхідність вирішення цих проблем для забезпечення позитивного впливу ШІ на майбутні бізнес-процеси в електронній комерції [5].

Сидоренко О.В., Могилевська О.Ю., Слободяник А.М. та Бігдай В.П. у статті «Використання штучного інтелекту у формуванні довіри споживача в електронній комерції» розглядають роль програм штучного інтелекту у процесі формування онлайн-довіри. Вони показують, як програми на основі ШІ, такі як віртуальна та доповнена реальність, а також програми-асистенти, можуть впливати на основні компоненти онлайн-довіри. Автори пропонують концепцію впливу ШІ-програм на довіру споживача та обговорюють характеристики ШІ, які можуть бути вирішальними для успішної інтеграції цих програм у інтернет-магазини. Встановлено, що використання ШІ дозволяє забезпечити покупців різноманітною корисною інформацією, знизити невизначеність та підвищити рівень довіри. Проте вони також акцентують на проблемах нормативно-правового регулювання та етичних аспектах, які можуть впливати на успішність впровадження ШІ-технологій [6].

Мета дослідження: Виявити та систематизувати вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції, а також оцінити ефективність конкретних ШІ-рішень для оптимізації бізнес-процесів у цій галузі і розробити власне у якості практичного досвіду

Завдання дослідження:

- Дослідити теоретичні засади штучного інтелекту, зокрема ключові поняття та основні технології, що застосовуються в сучасних бізнес-процесах
- Провести ретроспективний аналіз теоретичних підходів щодо впровадження ІІІ в електронну комерцію
- Визначити основні напрямки використання штучного інтелекту в електронній комерції
- Дослідити вплив ІІІ на персоналізацію користувацького досвіду, оптимізацію логістики, управління запасами та обслуговування клієнтів
- Дослідити практичні аспекти оптимізації логістики та управління запасами в електронній комерції за допомогою технологій штучного інтелекту
- Розробити авторське рішення щодо впровадження рекомендаційної системи в електронну комерцію
- Оцінити результати практичного застосування ІІІ-рішень у реальних бізнес-процесах
- Оцінити ефективність створеної рекомендаційної системи, проаналізувати результати та надати практичні рекомендації для її впровадження в бізнес-процеси електронної комерції

Об'єкт дослідження: Сучасні бізнес-процеси та методи застосування ІІІ в електронній комерції.

Предмет дослідження: Технології штучного інтелекту у розвитку та оптимізації електронної комерції.

Методи дослідження:

1. Ретроспективний аналіз теоретичних підходів щодо впровадження ІІІ в електронну комерцію дозволив систематизувати знання щодо історії та сучасного стану електронної комерції та ролі ІІІ в її розвитку
2. Порівняльний аналіз був застосований для вивчення ефективності різних ІІІ-рішень у контексті оптимізації бізнес-процесів, що дозволило розробити обґрунтовані практичні рекомендації з впровадження ІІІ-технологій для покращення ефективності електронної комерції

3. Експериментальне моделювання використовувалось для розробки та тестування конкретних ІІІ-рішень, таких як рекомендаційні системи чи моделі прогнозування доходів. Це уможливило розробку моделі на основі ІІІ, які демонструють реальні переваги застосування таких технологій у бізнесі

4. Аналіз даних впроваджувався для оцінки ефективності впроваджених ІІІ-технологій на прикладі реальних бізнес-процесів. Це дозволило уможливити оцінку впливу ІІІ на ключові показники ефективності електронної комерції, такі як доходи, зростання клієнтської бази та оптимізація логістичних процесів

Результати дослідження вносять суттєвий внесок у розвиток теорії електронної комерції та інтеграції штучного інтелекту у бізнес-процеси. У роботі здійснено узагальнення існуючих теоретичних підходів до використання ІІІ в електронній комерції, що дозволяє глибше розуміти механізми впливу штучного інтелекту на різні аспекти бізнесу. Розроблені моделі та концепції сприяють формуванню нових теоретичних основ, які можуть бути застосовані для подальших наукових досліджень у цій галузі.

Практична значущість дослідження полягає у наданні конкретних практичних рішень для електронної комерції щодо впровадження та оптимізації ІІІ-технологій. Розроблені авторські рішення, такі як рекомендаційні системи та моделі прогнозування, можуть бути безпосередньо застосовані для підвищення ефективності бізнес-процесів, збільшення доходів та покращення користувацького досвіду.

РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

1.1 Історія та еволюція електронної комерції

Електронна комерція (eCommerce) — це процес купівлі та продажу товарів і послуг через Інтернет. Вона може здійснюватися у різних формах, таких як замовлення товарів, придбання послуг, оформлення підписок на інформаційні джерела або навіть налаштування онлайн оплати рахунків. Для більшості людей сучасне життя без eCommerce здається уявно складним і незручним.

Згідно з науковими дослідженнями, електронна комерція є невід’ємною складовою цифрової економіки, що сприяє автоматизації бізнес-процесів та оптимізації витрат. Вона охоплює не лише операції купівлі-продажу, але й маркетинг, логістику та фінансові транзакції, що здійснюються за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Дослідники відзначають, що електронна комерція включає взаємодію між бізнесом та споживачами (B2C), між бізнесами (B2B), а також між споживачами (C2C) [6]

В Україні розвиток електронної комерції регулюється Законом України «Про електронну комерцію», який визначає правові засади здійснення електронних правочинів та встановлює вимоги до суб'єктів електронної комерції. Законодавство спрямоване на забезпечення правової визначеності та захисту прав споживачів у сфері електронної торгівлі [7].

Науковці підкреслюють, що електронна комерція сприяє розширенню ринків збуту, зниженню транзакційних витрат та підвищенню конкурентоспроможності підприємств. Водночас, вона вимагає належного правового регулювання, захисту персональних даних та забезпечення кібербезпеки для мінімізації ризиків, пов'язаних з онлайн-транзакціями [7].

Таким чином, електронна комерція є ключовим елементом сучасної економіки, що забезпечує ефективну взаємодію між суб'єктами ринку та сприяє розвитку цифрових технологій у бізнес-середовищі [8, 9].

Попри те, що сьогодні електронна комерція (eCommerce) є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, її історія налічує лише близько 40 років. Перші спроби впровадження електронних продажів можна віднести до 1980-х років, коли англійський винахідник Майкл Олдріч створив систему «телешопінгу». Майкл Олдріч, британський інженер і винахідник, зробив суттєвий внесок у розвиток електронної комерції завдяки створенню системи «телешопінгу». У 1979 році Олдріч розробив концепцію, яка дозволяла інтегрувати телебачення з комп'ютерними технологіями для проведення комерційних транзакцій. Ідея виникла у відповідь на потребу зробити процес купівлі товарів більш зручним та доступним для споживачів, уникнувши необхідності фізичних візитів до магазинів [10].

Система «телешопінгу» використовувала телефонні лінії для обробки замовлень, прийнятих через телевізійні рекламні оголошення. Глядачі могли дзвонити на спеціальний номер телефону, який був пов'язаний з комп'ютерною базою даних, де здійснювалася обробка замовлень, управління запасами та обробка платежів. Цей підхід дозволяв компаніям ефективніше управляти своїми продажами та забезпечувати швидку доставку товарів до споживачів.

Для реалізації системи «телешопінгу» Майкл Олдріч використовував передові на той час технології комп'ютерних мереж та обробки даних. Однією з ключових складових було використання телефонних ліній для забезпечення зв'язку між телевізійними трансляціями та комп'ютерними системами обробки замовлень. Це дозволило створити інтерактивний канал зв'язку між продавцем та покупцем, що було новаторським підходом у сфері продажів.

Окрім того, Олдріч впровадив систему управління базами даних для відстеження замовлень, запасів товарів та обробки платежів. Це забезпечило автоматизацію процесів, зменшивши потребу в ручному введенні даних та підвищивши ефективність роботи системи. Використання таких технологій було

важливим кроком у напрямку розвитку електронної комерції, адже вони заклали основу для майбутніх інновацій у цій сфері.

Перша реалізація системи «телешопінгу» відбулася у Великій Британії наприкінці 1970-х – початку 1980-х років. Пілотні проекти включали продаж телевізійної техніки, побутових приладів та інших товарів широкого вжитку. Перші результати показали, що споживачі позитивно реагують на можливість купувати товари безпосередньо через телевізійні програми, що сприяло збільшенню продажів та розширенню асортименту товарів. Ринок сприйняв цю інновацію з ентузіазмом, оскільки «телешопінг» пропонував зручний та ефективний спосіб здійснення покупок. Для споживачів це означало економію часу та зусиль, а для компаній – можливість досягти ширшої аудиторії та підвищити обсяги продажів. Успіх «телешопінгу» стимулював подальші інвестиції у розвиток електронних систем продажів та пошук нових способів інтеграції технологій у бізнес-процеси.

Хоча Майкл Олдріч вважається піонером електронної комерції завдяки своїй системі «телешопінгу», варто зазначити, що в той же період почали з'являтися й інші ініціативи, спрямовані на розвиток електронних продажів. Наприклад, у 1982 році була заснована компанія Boston Computer Exchange, яка стала першою онлайн-біржею для продажу вживаних комп'ютерів. Цей проект продемонстрував можливості використання комп'ютерних мереж для створення спеціалізованих ринків, що відкривало нові горизонти для бізнесу. Інша важлива ініціатива – система Electronic Data Interchange (EDI), яка дозволяла компаніям обмінюватися бізнес-документами електронним шляхом, замінюючи традиційні методи, такі як пошта та факс. Впровадження EDI сприяло підвищенню ефективності бізнес-процесів та зменшенню витрат на обробку документації, що також мало позитивний вплив на розвиток електронної комерції.

Незважаючи на успіхи, перші спроби впровадження електронної комерції стикалися з численними викликами та обмеженнями. Одним із головних проблем було обмежене поширення комп'ютерних технологій серед споживачів, що так само обмежувало потенційну аудиторію електронних продажів. Крім того, питання безпеки транзакцій та захисту персональних даних залишалися

актуальними, що викликало певну недовіру. Технічні перепони, такі як низька швидкість інтернет-з'єднань та лімітована функціональність комп'ютерних систем, також перешкоджали швидкому розвитку електронної комерції. Відсутність стандартизованих протоколів для обміну інформацією та обробки платежів створювала додаткові перешкоди для інтеграції різних систем та забезпечення їхньої сумісності.

Система «телешопінгу» Майкла Олдріча залишила значний слід у розвитку електронної комерції. Вона продемонструвала можливості інтеграції традиційних медіа з комп'ютерними технологіями для створення нових каналів продажів. Цей досвід став основою для подальших інновацій, таких як інтернет-магазини, електронні платіжні системи та мобільна комерція [11]. Крім того, успіх «телешопінгу» сприяв збільшенню інтересу до розвитку електронної комерції серед бізнес-лідерів та інвесторів. Це стимулювало подальші інвестиції у технології, що дозволили електронній комерції швидко розвиватися та ставати все більш доступною для широкої аудиторії.

Використання комп'ютерних мереж для бізнесу розпочалося ще у 1960-х роках, коли підприємства почали усвідомлювати потенціал комп'ютерних технологій для оптимізації своїх операційних процесів. Першими кроками в цьому напрямку стало впровадження обчислювальних систем, які дозволяли автоматизувати рутинні завдання, такі як бухгалтерський облік, управління запасами та обробка замовлень. Однак справжнім проривом стало створення мережі ARPANET. У 1968 році Агентство перспективних дослідницьких проєктів (ARPA) Міністерства оборони США ініціювало створення першої комп'ютерної мережі, яка згодом стала відомою як ARPANET. ARPANET була розроблена для забезпечення стійкого та надійного засобу комунікації між дослідницькими установами та військовими базами у випадку надзвичайних ситуацій, таких як ядерна атака. Впровадження перших маршрутизаторів дозволило об'єднати декілька комп'ютерних систем в єдину мережу, що стало ключовим фактором для подальшого розвитку Інтернету [12].

У 1971 році було розроблено метод доступу до ARPANET через комп'ютерні термінали, що значно спростило процес підключення нових

користувачів до мережі. Цей крок сприяв розширенню ARPANET і залученню більшої кількості дослідницьких установ та університетів до мережі. Відтак, у 1983 році була впроваджена стандартна мережна комунікаційна система TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), яка стала основою сучасного Інтернету. Протоколи TCP/IP забезпечили універсальність та сумісність різних комп'ютерних систем, що дозволило створювати глобальну мережу з безліччю взаємопов'язаних мереж.

У 1979 році Американський національний інститут стандартів (ANSI) впровадив стандарт ASC X12 для обміну бізнес-документами через електронні мережі. Цей стандарт визначав уніфіковані формати для електронного обміну комерційними документами, такими як замовлення, рахунки-фактури та транспортні накладні. Впровадження ASC X12 стало важливим кроком до автоматизації бізнес-процесів та зменшення витрат, пов'язаних з обробкою паперових документів. Це забезпечило надійну основу для електронного обміну інформацією між компаніями, що стало необхідним для подальшого розвитку електронної комерції.

У 1990 році Тім Бернерс-Лі та Роберт Кішллі опублікували пропозицію щодо створення гіпертекстового браузеру «WorldWideWeb», що заклало основу для розвитку Всесвітньої павутини. У 1991 році було запущено перший веб-сайт, що зробило Інтернет доступним для широкої публіки. У 1995 році Національний науковий фонд США (NSF) почав стягувати плату за реєстрацію доменних імен, що сприяло стрімкому зростанню кількості зареєстрованих доменів з 120 тисяч до понад 2 мільйонів протягом трьох років. Розвиток технологій безпеки, таких як Secure Socket Layers (SSL), зробив можливим безпечну передачу даних через Інтернет, що було критично важливим для росту онлайн-торгівлі. SSL сертифікати дозволили браузерам ідентифікувати довірені сайти, забезпечуючи захист інформації користувачів [13].

З появою мобільних пристроїв eCommerce зазнав значних змін. У 2001 році Amazon запустив свій перший мобільний вебсайт, започаткувавши гонку за мобільні продажі. Сьогодні споживачі використовують мобільні пристрої не лише для здійснення покупок, а й для дослідження продуктів, пошуку купонів та

взаємодії через соціальні мережі. Інші важливі події включають запуск PayPal у 1998 році, що забезпечило зручні способи оплати для онлайн-продавців та покупців, а також створення Payment Card Industry Security Standards Council у 2004 році для забезпечення захисту даних платіжних карток [14].

Сьогодні електронна комерція охоплює широкий спектр бізнес-моделей, включаючи B2C, B2B, C2C та інші. Відкриття нових ринків, інтеграція штучного інтелекту та розвиток мобільних технологій продовжують стимулювати зростання та еволюцію eCommerce.

Після розгляду історичного розвитку електронної комерції та її сучасних тенденцій, важливо перейти до детального аналізу ключових показників, що відображають динаміку ринку. Для цього наведені нижче графіки надають візуальне уявлення про зростання доходів у різних категоріях роздрібної торгівлі та висвітлюють основні ринкові драйвери, які впливають на цей процес. Такий аналіз дозволить глибше зрозуміти фактори, що стимулюють розвиток eCommerce, а також виявити можливі виклики та перспективи для подальшого зростання галузі.

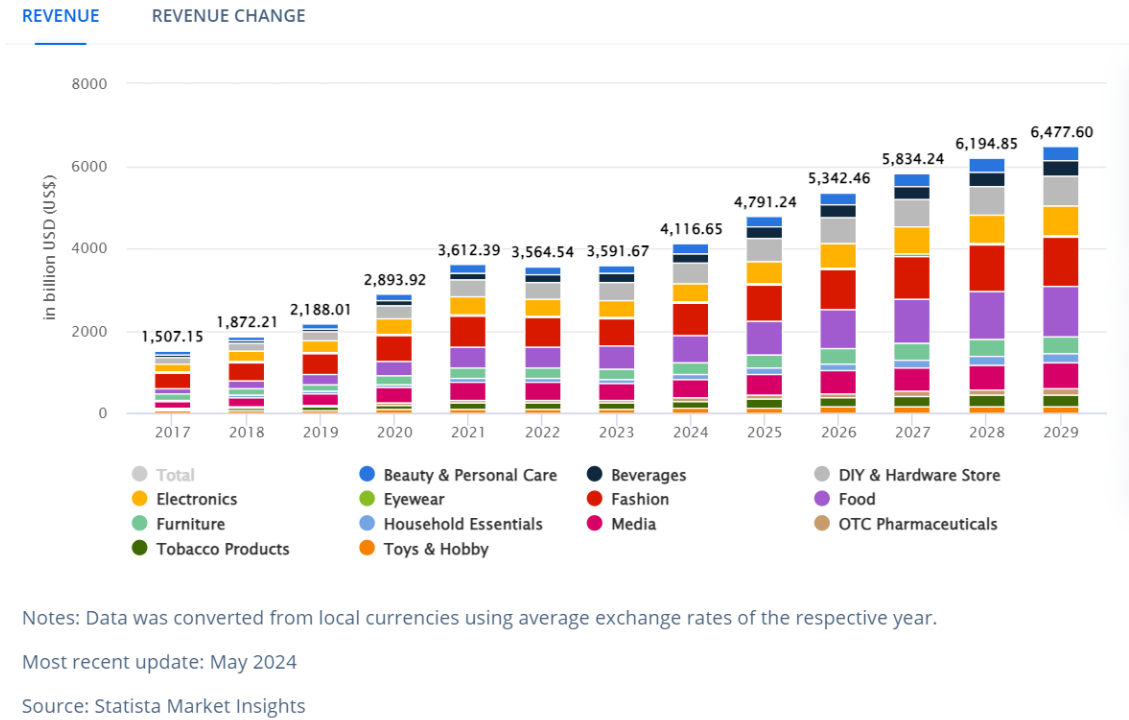


Рисунок 1.1 – Дохід від продажів у різних категоріях роздрібної торгівлі*

*Джерело: розроблено автором на основі [52]

Рисунок 1.1. демонструє чітку тенденцію до зростання доходів у різних категоріях роздрібної торгівлі з 2017 по 2029 рік. Загальні доходи починають з рівня приблизно 1,5 трильйона USD у 2017 році та поступово збільшуються до прогнозованих 6,477.60 трильйона USD у 2029 році. Протягом періоду з 2017 по 2021 рік спостерігається стабільне, але помірне зростання доходів, що свідчить про стійкість ринку. Проте з 2024 року прогнозується стрімке зростання, і до 2029 року темпи збільшення доходів значно прискорюються. Найбільш вагомі зміни спостерігаються у сферах «Electronics», «Food», та «Fashion», що вказує на їх великий внесок у загальний ринок. Загальний тренд графіку підтверджує збільшення попиту на споживчі товари у всіх категоріях, із суттєвим зростанням після 2024 року.

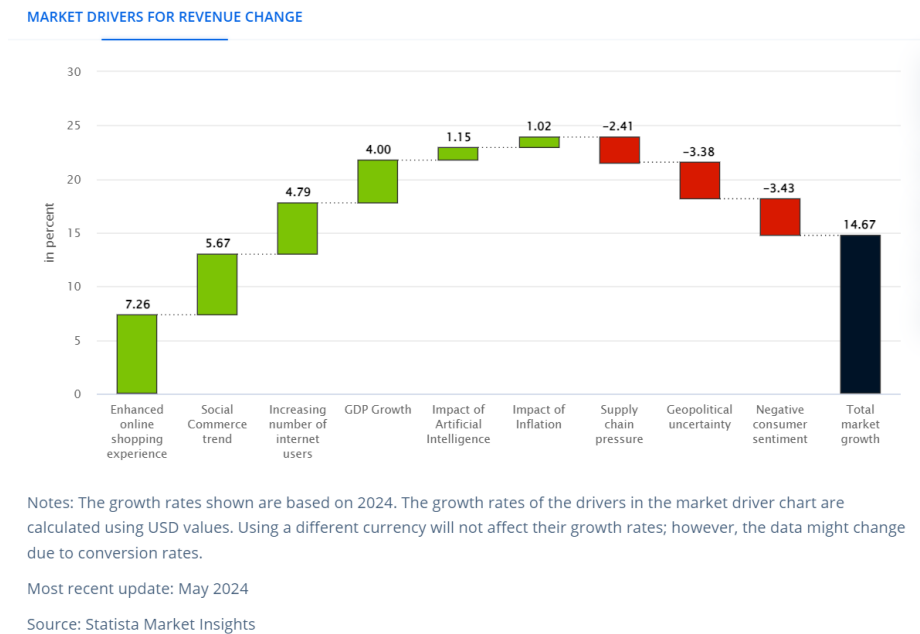


Рисунок 1.2 – Ринкові драйвери, що впливають на зміну доходу*

*Джерело: розроблено автором на основі [52]

Рисунок 1.2 демонструє основні ринкові драйвери, що впливають на зміну доходів у 2024 році. Загальне зростання ринку прогнозується на рівні 14.67%, при цьому розподіл впливу позитивних і негативних чинників на це зростання показує багатокомпонентну картину ринкової динаміки.

Позитивні фактори, що сприяють зростанню ринку, включають покращений досвід онлайн-шопінгу, який робить найбільший внесок у зростання на рівні 7.26%. Це свідчить про значну роль розвитку цифрових платформ і технологій, що забезпечують користувачам простоту, доступність і зручність

покупок в інтернеті. Такий тренд підтверджує перехід багатьох споживачів до електронної комерції та їхню готовність активно використовувати онлайн-канали для здійснення покупок.

Другий за величиною драйвер — це тренд соціальної комерції, який сприяє зростанню на 5.67%. Соціальні мережі відіграють важливу роль як інструменти комунікації і продажів, дозволяючи компаніям інтегрувати комерційні пропозиції в соціальні платформи, які активно використовуються покупцями.

Зростання кількості інтернет-користувачів на 4.79% також є важливим чинником, що забезпечує доступ до більшої аудиторії і відповідно збільшує обсяги продажів. Це свідчить про те, що в міру того, як все більше людей отримують доступ до Інтернету, зростає потенційна клієнтська база, що сприяє збільшенню доходів.

Додатково, економічне зростання (4.00%) і впровадження штучного інтелекту (1.15%) також забезпечують позитивний вплив на ринкові доходи. Зростання ВВП свідчить про збільшення купівельної спроможності населення, що напряду відображається на обсягах продажів. Водночас використання штучного інтелекту дозволяє оптимізувати процеси продажів і покращувати клієнтський досвід.

Незважаючи на ці позитивні тенденції, існують також фактори, що негативно впливають на ринкове зростання. Одним із таких є тиск на ланцюжки постачання (-2.41%), що викликає збої у постачанні товарів та логістиці, знижуючи можливості компаній забезпечувати постійний потік продукції на ринок. Геополітична невизначеність (-3.38%) також є вагомим негативним фактором, який створює ризики для інвестицій і розвитку бізнесу в нестабільних регіонах. Негативні настрої споживачів (-3.43%) можуть вплинути на рівень споживання, коли покупці стають більш обережними у своїх витратах через економічну невизначеність.

Загальний висновок з цього аналізу полягає в тому, що ринок, попри наявність негативних чинників, зростає завдяки новим технологіям, змінам у поведінці споживачів і загальному економічному зростанню. Позитивні чинники,

такі як розвиток онлайн-шопінгу і соціальної комерції, домінують у визначенні загального тренду ринкового зростання на 2024 рік, що свідчить про те, що електронна комерція продовжує змінювати традиційні моделі продажів.

1.2. Основні технології та платформи для електронної комерції

У сучасній економіці платіжні системи займають важливе місце, виступаючи базовим елементом фінансової інфраструктури будь-якої держави. Згідно з дослідженням Єрмошкіної та Мусаєвої, платіжна система є ключовою ланкою, що забезпечує ефективність фінансової взаємодії між економічними суб'єктами, сприяючи обігу коштів у національній економіці та міжнародних розрахунках. Авторами відзначається, що розвиток платіжних систем нерозривно пов'язаний з еволюцією грошових інструментів: від монет і паперових грошей до сучасних цифрових рішень, таких як електронні гроші та карткові платіжні системи [15].

Єрмошкіна та Мусаєва акцентують на тому, що платіжні системи є не просто механізмами для здійснення фінансових операцій, а цілим інституційним полем, яке включає взаємодію різних суб'єктів. Це дозволяє їм охопити як класичні банківські інститути, так і сучасні цифрові компанії, такі як TechFin та FinTech, які активно змінюють фінансовий ландшафт. У їх дослідженні платіжна система розглядається як сукупність економічних відносин між суб'єктами, які прагнуть забезпечити зручність, швидкість та безпеку грошових переказів у межах цифрової економіки [16].

Основне функціональне призначення платіжних систем полягає у забезпеченні обігу коштів та здійсненні розрахунків між економічними агентами. Згідно з дослідженням Головки та Мороз, платіжні системи відіграють критичну роль у підтримці економічної стабільності, оскільки забезпечують швидке та надійне виконання фінансових зобов'язань. Вони дають змогу здійснювати розрахунки між підприємствами, організаціями та фізичними особами, що сприяє стабільному функціонуванню ринків товарів і послуг [15].

На думку авторів, платіжні системи виконують важливу стабілізуючу функцію, яка стає особливо актуальною у періоди економічних коливань або кризових ситуацій. Вони сприяють зниженню транзакційних витрат, забезпечують ліквідність на ринках та дозволяють уникнути системних ризиків, пов'язаних із розрахунковими операціями. Також, важливою функцією платіжних систем є регулювання грошових потоків у національній та міжнародній економіках, що позитивно впливає на загальний рівень економічної стабільності.

З розвитком цифрових технологій платіжні системи набули нових функцій і стали важливим елементом цифрової економіки. У цьому контексті особливе значення набувають поведінкові аспекти використання платіжних систем, оскільки вони активно змінюють традиційні підходи до фінансової взаємодії. Платіжні системи забезпечують високу швидкість операцій, їх гнучкість та доступність, що особливо важливо в епоху глобалізації та цифровізації. TechFin і FinTech компанії, такі як PayPal та monobank, стають новими важливими гравцями, які роблять фінансові послуги більш інклюзивними і доступними для широкої аудиторії, сприяючи росту цифрової економіки [16]

Єрмошкіна та Мусаєва зазначають, що платіжні системи розвиваються не лише як технологічний продукт, але і як економічний інститут, який змінює поведінку користувачів. Платіжні системи сприяють змінам у споживчих звичках, впроваджуючи нові стандарти зручності та швидкості розрахунків, що, у свою чергу, сприяє збільшенню обсягів транзакцій у цифровій економіці [17, 18].

Таким чином, платіжні системи виступають критичним інструментом для підтримки ефективного функціонування фінансових ринків і забезпечення стійкого економічного розвитку у цифрову епоху. Вони не лише дозволяють економічним суб'єктам виконувати грошові зобов'язання, але і створюють нові можливості для залучення клієнтів і зниження бар'єрів для бізнесу у глобальному масштабі.

Еволюція платіжних систем пройшла декілька етапів, починаючи з давніх часів, коли основними засобами обміну виступали монети з дорогоцінних

металів, таких як золото і срібло. На той час обіг грошових коштів був обмежений фізичними ресурсами, що значно ускладнювало торгові операції. Згодом з'явилися паперові гроші, які надали значні переваги, зокрема легкість у використанні та можливість масштабування обігу. Однак ці форми грошей все ще вимагали фізичної присутності для здійснення платежів.

З розвитком банківських систем і технологій у ХХ столітті були введені нові форми платіжних інструментів, зокрема чеки та кредитні картки, які значно полегшили та прискорили процес розрахунків. Кредитні картки, зокрема, стали символом переходу від традиційних до безготівкових платежів, що дозволило споживачам здійснювати покупки без необхідності мати при собі готівку.

Після появи Інтернету та цифрових технологій платіжні системи зазнали ще більшої трансформації. Виникли електронні гроші та платіжні системи, які дозволяють миттєво здійснювати розрахунки без географічних обмежень. Ці нові цифрові інструменти значно підвищили доступність фінансових послуг, а також сприяли поширенню електронної комерції. Таким чином, еволюція платіжних систем відбувалася у відповідь на потреби економіки в підвищенні зручності та швидкості розрахунків, особливо в умовах глобалізації та цифровізації.

Одним із важливих етапів у розвитку платіжних систем стало виникнення TechFin і FinTech компаній, що кардинально змінили традиційний фінансовий ландшафт. FinTech компанії, такі як monobank, сфокусовані на впровадженні інноваційних цифрових рішень у фінансову сферу, що дозволяє оптимізувати банківські послуги для користувачів. Наприклад, monobank, відомий як «банк в телефоні», надає всі банківські послуги через мобільний додаток, що зручно для користувачів, які прагнуть уникати відвідування фізичних відділень.

На відміну від FinTech, TechFin компанії, такі як PayPal, створюють фінансові послуги як частину своєї основної технологічної діяльності. Наприклад, PayPal став піонером у сфері онлайн-платежів і фактично створив нову модель цифрових розрахунків, інтегрувавши свої послуги у численні платформи електронної комерції. Завдяки зручності та безпеці, яку пропонує ця платформа, PayPal здобув величезну популярність серед користувачів по всьому

світу, що стало поштовхом для розвитку цілої екосистеми цифрових фінансових послуг.

Глобалізація створила нові можливості для поширення цифрових платіжних інструментів. Вона знизилася бар'єри для здійснення транзакцій між різними країнами, що, своєю чергою, стимулювало зростання міжнародної електронної комерції. Компанії, такі як PayPal, з'явилися у відповідь на попит на швидкі та безпечні міжнародні платежі. Вони дозволили споживачам та підприємствам здійснювати розрахунки на глобальному рівні, що стало рушійною силою для розвитку світового ринку електронної комерції.

Інновації, що виникли на перетині технологій і фінансів, дозволили платіжним системам стати доступними для мільйонів людей по всьому світу. Такі технології, як блокчейн, цифрові гаманці та мобільні платежі, значно покращили зручність і безпеку фінансових операцій, що особливо важливо в умовах глобалізації. В результаті, платіжні системи стали основою для розвитку транснаціональної економіки, надаючи користувачам можливість легко взаємодіяти незалежно від їхнього місця проживання.

Платіжні системи, залежно від географічного охоплення та масштабу діяльності, можна поділити на національні та міжнародні. Національні платіжні системи обслуговують внутрішній ринок держави, забезпечуючи розрахунки та перекази коштів між місцевими суб'єктами. Прикладами національних платіжних систем в Україні є НПС «Простір», яка забезпечує доступні послуги для внутрішніх транзакцій та підтримується на державному рівні. «Простір» дозволяє здійснювати безготівкові розрахунки у національній валюті, а її основна функція полягає у забезпеченні фінансової доступності для населення та бізнесу.

Міжнародні платіжні системи, такі як Visa, MasterCard, і PayPal, функціонують на глобальному рівні, надаючи послуги для транскордонних переказів і електронної комерції. Ці системи забезпечують швидкість і безпеку фінансових операцій, незалежно від кордонів і національної валютної системи, що є критично важливим для глобалізованої економіки. Наприклад, PayPal пропонує своїм користувачам зручність для здійснення міжнародних платежів,

дозволяючи споживачам здійснювати транзакції в різних валютах і об'єднуючи платіжні операції в єдину платформу.

Відповідно до українського законодавства, платіжні системи можна поділити на внутрішньодержавні та міжнародні. Внутрішньодержавні платіжні системи функціонують під юрисдикцією певної країни та підпорядковуються її законодавчим нормам. Наприклад, українське законодавство регулює діяльність НПС «Простір», яка створена для забезпечення національних інтересів у сфері безготівкових розрахунків. Вона має особливий статус і діє під контролем Національного банку України, що забезпечує безпеку та стабільність операцій для внутрішнього ринку.

Міжнародні платіжні системи, такі як Visa та MasterCard, підпорядковуються міжнародному праву і працюють у багатьох юрисдикціях. Їхня діяльність регулюється не тільки національним законодавством окремих країн, але й міжнародними стандартами, такими як PCI DSS (Payment Card Industry Data Security Standard), що встановлюють правила безпеки для захисту платіжних даних. Це забезпечує уніфіковані правила для учасників платіжного ринку і сприяє зниженню ризиків при транскордонних операціях.

Сучасні платіжні системи також можна класифікувати за типом організацій, які їх розробляють і підтримують, а саме на TechFin та FinTech. TechFin компанії, такі як Apple, Amazon і Alibaba, є технологічними гігантами, які початково спеціалізувалися на розробці технологічних продуктів, але пізніше почали надавати фінансові послуги як додатковий компонент свого бізнесу. Наприклад, Amazon Pay пропонує споживачам зручність оплати через їхній акаунт Amazon, інтегруючи платіжні послуги безпосередньо в їхню платформу, що робить процес покупки простішим для користувачів.

FinTech компанії, навпаки, зосереджені на фінансових послугах і використовують технологічні інновації для їхньої оптимізації. Monobank в Україні є яскравим прикладом FinTech, який працює виключно через мобільний додаток та надає послуги традиційного банкінгу без фізичних відділень. Таким чином, FinTech компанії сприяють підвищенню зручності та доступності

фінансових послуг, зокрема через цифровізацію, автоматизацію та індивідуальний підхід до кожного клієнта.

Основна різниця між TechFin і FinTech полягає у їхньому підході до фінансових послуг: TechFin компанії починають з технологій і додають фінансові послуги як доповнення, тоді як FinTech фокусується на оптимізації саме фінансової інфраструктури за допомогою технологій. Цей поділ стає важливим, оскільки обидві категорії компаній по-своєму впливають на платіжну інфраструктуру, створюючи нові можливості для користувачів та впроваджуючи інноваційні платіжні рішення, які змінюють фінансовий ринок у глобальному масштабі.

Ринок платіжних систем в Україні характеризується швидким розвитком безготівкових розрахунків. Згідно з дослідженням Головка та Мороз, частка безготівкових операцій значно зросла за останнє десятиліття. Збільшення кількості операцій за платіжними картками свідчить про тенденцію до відходу від використання готівкових коштів, що позитивно впливає на фінансову систему, зокрема з точки зору прозорості та контролю за фінансовими потоками. У 2017 році частка безготівкових розрахунків в Україні досягла 39,3%, що є результатом активної політики Національного банку України, спрямованої на зменшення обігу готівки та стимулювання електронних розрахунків.

Обсяги операцій за платіжними картками в Україні також демонструють зростання, що пов'язано з покращенням платіжної інфраструктури, зокрема збільшенням кількості платіжних терміналів і банкоматів. Це дозволяє громадянам більш активно користуватися безготівковими формами розрахунків, а бізнесу — легше інтегрувати платіжні рішення. На українському ринку домінують міжнародні платіжні системи, такі як Visa та MasterCard, проте збільшується також роль національної платіжної системи «Простір», яка пропонує доступні умови для внутрішніх транзакцій і є конкурентоспроможною у порівнянні з глобальними компаніями. Національна платіжна система «Простір» створена як багатомітентна система, спрямована на забезпечення фінансової стабільності та незалежності України у сфері безготівкових розрахунків. На відміну від міжнародних систем, «Простір» контролюється

Національним банком України, що дозволяє державі зберігати суверенітет у питаннях фінансової безпеки та стабільності внутрішнього ринку. Система забезпечує підтримку різних форм електронних розрахунків, включаючи оплату товарів та послуг, зняття готівки, перекази коштів, що робить її універсальним інструментом для громадян та бізнесу [20].

«Простір» спрямована на зниження залежності від іноземних платіжних систем, таких як Visa та MasterCard, особливо в умовах політичної та економічної нестабільності. Крім того, національна система пропонує вигідні умови для комерційних банків, сприяючи розвитку конкуренції у сфері платіжних послуг. Це не лише підвищує доступність фінансових послуг для громадян, але й створює стимул для розвитку безготівкової економіки в Україні, що, у свою чергу, знижує витрати на обслуговування готівкових коштів і сприяє підвищенню економічної прозорості. Попри значні досягнення, національна платіжна система України стикається з низкою викликів. Однією з головних проблем є валютне регулювання, яке ускладнює діяльність міжнародних платіжних систем на українському ринку. Чинні валютні обмеження обмежують можливості вільної конвертації та транзакцій у різних валютах, що може стримувати іноземних інвесторів та обмежувати доступ українських користувачів до певних міжнародних платіжних інструментів [20, 26].

Другою важливою проблемою є високий рівень корупції, що створює перешкоди для повноцінної інтеграції міжнародних платіжних систем та обмежує ефективність роботи національної системи «Простір». Корупційні ризики можуть сприяти недобросовісній конкуренції та заважати ефективному розвитку ринку платіжних послуг. В результаті іноземні компанії часто вагаються щодо виходу на український ринок, що обмежує конкурентне середовище та звужує вибір для споживачів.

Для ефективного використання платіжних систем у сфері електронної комерції, важливо розуміти, як вони інтегруються з платформами eCommerce. Інтеграція платіжних систем дозволяє інтернет-магазинам забезпечити зручний та безпечний процес оплати для своїх клієнтів, що безпосередньо впливає на конверсію та задоволеність користувачів.

З метою ефективного використання платіжних систем у сфері електронної комерції важливо розуміти, як вони інтегруються з платформами eCommerce. Інтеграція платіжних систем дозволяє інтернет-магазинам забезпечити зручний та безпечний процес оплати для своїх клієнтів, що безпосередньо впливає на конверсію та задоволеність користувачів.

Сучасні платіжні системи пропонують різноманітні методи інтеграції з платформами електронної комерції, що дозволяє бізнесу вибрати найбільш підходящий варіант відповідно до своїх потреб та технічних можливостей. Одним із таких методів є хостинговий платіжний шлюз, який передбачає перенаправлення клієнта на платформу платіжного сервісу для завершення транзакції. Переваги цього підходу полягають у простоті інтеграції та забезпеченні безпеки, оскільки постачальник послуг відповідає за захист фінансових даних. Проте цей метод може негативно впливати на користувацький досвід через додаткові кроки та можливість виходу клієнта з сайту під час процесу оплати.

Іншим методом є інтеграція через API, яка дозволяє безпосередньо інтегрувати платіжну систему з веб-платформою, забезпечуючи більш гладкий та зручний процес оплати для користувачів. Власник бізнесу отримує повний контроль над транзакціями та можливість зберігати базу даних клієнтів. Проте такий підхід вимагає відповідності вимогам безпеки PCI DSS та може потребувати більших витрат на підтримку інфраструктури.

Інтеграція платіжних систем з платформами eCommerce має низку переваг. По-перше, вона підвищує конверсію, оскільки надання клієнтам можливості швидко та безпечно здійснити оплату прямо на сайті зменшує кількість відмов від покупки через складний процес оплати. По-друге, покращується користувацький досвід завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та підтримці різних способів оплати, що робить процес покупки більш приємним для користувачів. По-третє, забезпечується безпека транзакцій завдяки використанню сучасних методів шифрування та виявлення шахрайства, що захищає фінансові дані клієнтів та знижує ризики для бізнесу. Нарешті, інтеграція платіжних систем надає доступ до детальних звітів та аналітики, що

дозволяє власникам бізнесу відстежувати ефективність продажів та приймати обґрунтовані рішення. Наприклад, міжнародні платіжні системи, такі як PayPal та Stripe, пропонують готові рішення для інтеграції з популярними платформами електронної комерції, такими як Shopify, WooCommerce та Magento. Це дозволяє швидко налаштувати процес оплати без необхідності глибоких технічних знань. Для більш складних та індивідуалізованих рішень бізнеси можуть використовувати API для створення унікальних платіжних процесів, які відповідають специфічним вимогам та потребам клієнтів.

Інтеграція платіжних систем з платформами eCommerce є ключовим фактором успіху для сучасних інтернет-магазинів. Вона забезпечує зручність та безпеку для клієнтів, підвищує конверсію та сприяє розвитку бізнесу в умовах цифрової економіки. Вибір оптимального методу інтеграції залежить від розміру бізнесу, технічних можливостей та стратегічних цілей компанії.

Після розгляду аспектів інтеграції платіжних систем можна перейти до аналізу ролі компаній у сфері електронної комерції.

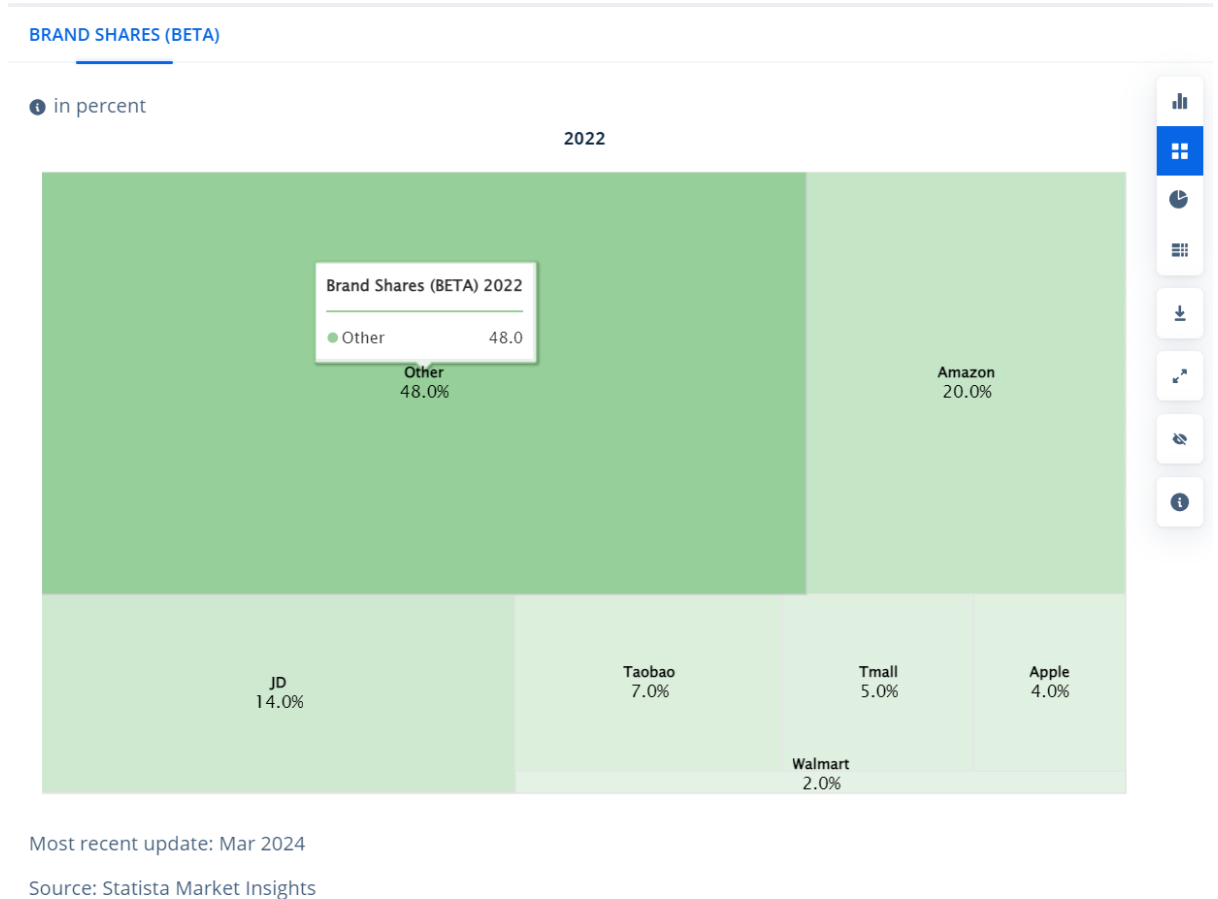


Рисунок. 1.3 – Частки ринку між компаніями в eCommerce*

*Джерело: розроблено автором на основі [52]

Світовий ринок електронної комерції представлений численними компаніями, серед яких вирізняються лідери, що мають значний вплив на розвиток галузі. У 2022 році найбільшу частку цього ринку займали **Amazon**, **JD.com**, **Alibaba Group** (включаючи **Taobao** та **Tmall**), **Apple**, та **Walmart**, але найбільшу частину — 48% — займають інші компанії, що свідчить про високу фрагментованість ринку. Це проілюстровано на рисунку 1.3.

- **Amazon:** Займаючи 20% світового ринку електронної комерції, Amazon є найбільшим гравцем у цій сфері. Ця американська компанія починала як онлайн-книгарня, але завдяки інноваціям, швидкому розширенню асортименту та інвестиціям у технології (штучний інтелект, великі дані, хмарні обчислення) змогла зайняти провідне місце на ринку. Amazon забезпечує швидку доставку та пропонує зручну платформу для продавців

по всьому світу, завдяки чому вона стала синонімом онлайн-шопінгу у багатьох країнах.

- **JD.com:** З часткою ринку у 14%, JD.com є однією з найбільших платформ електронної комерції в Китаї. Компанія, відома своїм інтенсивним розвитком логістичної мережі та інноваційними рішеннями у сфері автоматизації складів, забезпечує швидку доставку в межах Китаю та сусідніх регіонів. JD.com активно інвестує в нові технології, такі як дрони та роботи для покращення процесів доставки, що робить її провідним гравцем у сфері високотехнологічної логістики.
- **Alibaba Group (Taobao та Tmall):** Alibaba Group контролює значну частину китайського ринку електронної комерції через свої платформи Taobao (7%) та Tmall (5%). Ці платформи орієнтовані як на споживчий ринок (C2C), так і на бізнес-ринок (B2B), що дозволяє Alibaba задовольняти потреби широкого спектру клієнтів. Компанія також активно інвестує у міжнародну експансію та розробку технологій, включаючи хмарні обчислення та аналіз даних для покращення досвіду користувачів.
- **Apple:** Незважаючи на основну спеціалізацію в електроніці, Apple також займає 4% ринку електронної комерції завдяки продажу своїх продуктів через онлайн-магазини. Платформа Apple Store дозволяє клієнтам здійснювати покупки з широкого асортименту продуктів Apple, таких як iPhone, iPad, MacBook, а також завантажувати цифрові продукти. Висока лояльність користувачів і сильний бренд роблять Apple одним із значних гравців на ринку eCommerce.
- **Walmart:** Walmart займає 2% світового ринку електронної комерції, активно розвиваючи свої онлайн-продажі. Компанія інвестує в розвиток інтернет-торгівлі та запроваджує нові підходи, такі як моделі омніканального маркетингу, що дозволяють об'єднувати офлайн та онлайн-продажі. Конкуренція з Amazon спонукає Walmart постійно розширювати онлайн-асортимент та вдосконалювати логістичні процеси.

Якщо ми будемо говорити про вітчизняний ринок, то український ринок електронної комерції у 2022 році пройшов через значні випробування, пов'язані

з воєнними діями, нестабільною інфраструктурою та настроями споживачів. Попри ці труднощі, кінець 2022 року показав, що український e-commerce має високу адаптивність та життєздатність (Рисунок 1.4).

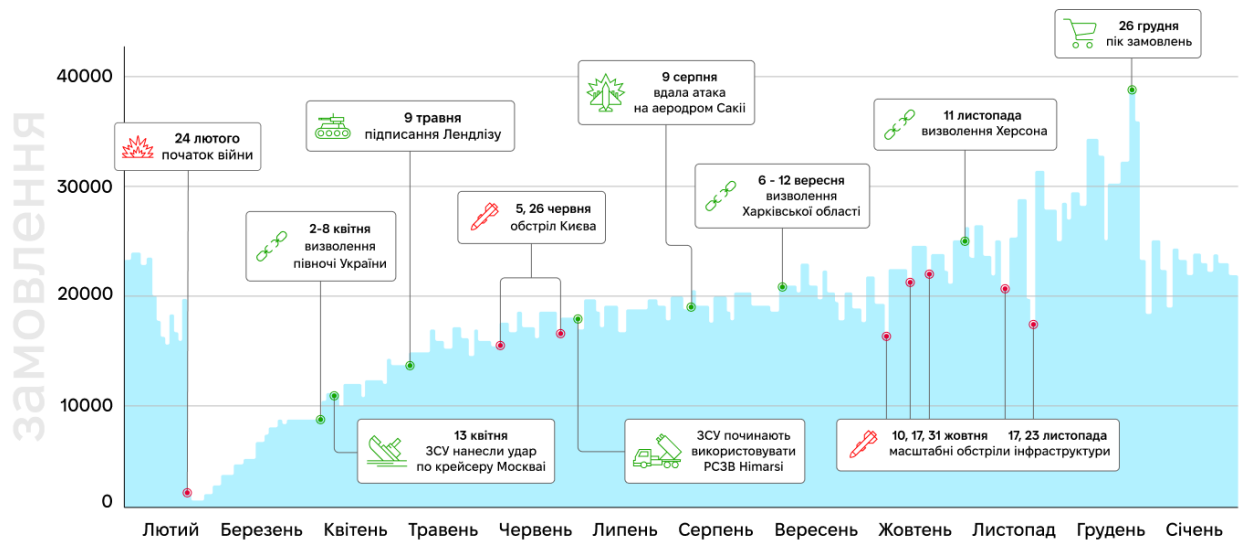


Рисунок. 1.4 – Стан українського ринку eCommerce після 2022 року*

*Джерело: розроблено автором на основі [21]

Грудень традиційно є важливим місяцем для роздрібної торгівлі та електронної комерції в Україні, завдяки різдвяним святкам та Новому року. Однак, у 2022 році передбачити рівень святкових продажів було вкрай складно через постійні обстріли, проблеми з електроенергією та загальну невизначеність серед населення. Незважаючи на ці обставини, українці намагалися підтримувати святковий дух, і багато хто хотів порадувати своїх близьких подарунками. Це допомогло e-commerce сектору завершити рік на позитивній ноті. Рекордний рівень замовлень було зафіксовано 26 грудня — незадовго до Нового року, що свідчить про сильний попит та високий рівень адаптації онлайн-магазинів до складних умов [21].

Січень 2023 року розпочався з нових атак на енергетичну інфраструктуру України, що, зрозуміло, негативно відобразилося на продажах у дні атак. Проте, вже наступного дня після обстрілів обсяги замовлень швидко відновлювалися до звичних рівнів, що свідчить про силу духу та витривалість українського бізнесу та споживачів. На графіку видно, як різні події на фронті та в Україні загалом

впливали на динаміку замовлень, але попри всі труднощі, сектор електронної комерції демонструє здатність швидко відновлюватися [21].

Весна 2023 року показала, що український e-commerce продовжує рости, попри всі виклики. Після піку замовлень перед 8 березня, наприкінці місяця спостерігалось певне зниження активності, але загальна кількість онлайн-замовлень залишилася на 25% більшою, ніж до початку повномасштабної війни. Це свідчить про те, що український бізнес навчився вести діяльність в умовах постійного ризику та підтримує довіру клієнтів, забезпечуючи безперервність обслуговування.

Багато українських компаній продовжують розвиватися, зокрема за кордоном. Наприклад, Нова Пошта відкрила кілька відділень у Польщі та Литві, що дозволяє українському бізнесу залучати нових клієнтів і сприяє міжнародній експансії. Це показує, що, незважаючи на кризові умови в Україні, компанії прагнуть розвитку та продовжують підтримувати високий рівень обслуговування, розширюючи можливості для українців за межами країни.

1.3. Вплив цифрових технологій на розвиток торгівельних процесів

Цифрові технології суттєво трансформували торговельні процеси. Вони забезпечили автоматизацію бізнес-процесів, що зменшило витрати та підвищило ефективність. Крім того, цифрові рішення сприяли впровадженню мобільних додатків і стимулювали розвиток цифрового маркетингу.

Автоматизація бізнес-процесів (Business Process Automation, BPA) є важливим елементом сучасного управління, який передбачає використання цифрових рішень для підвищення ефективності, точності та швидкості виконання різноманітних бізнес-завдань. BPA охоплює процеси, які раніше виконувалися вручну, перетворюючи їх у автоматизовані робочі потоки, що знижує потребу у втручанні людини, мінімізує ризик помилок і підвищує продуктивність.

Основні напрями автоматизації бізнес-процесів охоплюють різноманітні аспекти організації діяльності. Компанії автоматизують управління документообігом для прискорення обробки інформації. Цифрові інструменти оптимізують фінансові операції, зменшуючи витрати часу і знижуючи ризик помилок. Автоматизація маркетингових процесів дозволяє персоналізувати клієнтську взаємодію та аналізувати поведінку споживачів. Логістичні операції також піддаються автоматизації, що покращує контроль над запасами і прискорює доставку продукції. Серед основних напрямів автоматизації бізнес процесів можна виділити такі:

1. Оформлення замовлень. Автоматизація процесу оформлення замовлень дозволяє прискорити обробку заявок від клієнтів. Наприклад, інтегровані CRM-системи автоматично обробляють інформацію про замовлення, надсилають підтвердження клієнтам та створюють завдання для відділу логістики. Це значно скорочує час на виконання рутинних завдань, зменшуючи ризик втрати або помилок у замовленнях.

2. Відправка товарів. За допомогою цифрових рішень компанії можуть автоматизувати процеси відстеження та обробки замовлень на етапі доставки. Наприклад, спеціалізовані програми можуть автоматично генерувати накладні, формувати маршрути доставки, а також надавати клієнтам можливість відстежувати свої замовлення в реальному часі. Це підвищує прозорість процесу та забезпечує клієнтів актуальною інформацією про статус доставки.

3. Дзвінки клієнтам та підтримка. Автоматизація дозволяє також оптимізувати процес обслуговування клієнтів. Використання чат-ботів та інтегрованих телефонних систем з функцією автоматичного виклику дозволяє компаніям зекономити час на обробці звернень клієнтів та забезпечити швидку відповідь на типові запитання. Більш складні запити можуть автоматично перенаправлятися до відповідного відділу, що сприяє покращенню якості обслуговування.

4. Збір та обробка відгуків. Збір відгуків від клієнтів є важливим елементом для покращення якості послуг і продукції. ВРА дозволяє автоматизувати цей процес, використовуючи спеціальні форми, які автоматично

надсилаються клієнтам після здійснення покупки. Це сприяє підвищенню рівня задоволеності клієнтів, оскільки їхні відгуки обробляються швидше, а компанія отримує цінну інформацію для вдосконалення процесів [22, 23].

Автоматизація бізнес-процесів забезпечує суттєве підвищення ефективності роботи компанії. Вона скорочує витрати часу на рутинні операції, що звільняє ресурси для стратегічних завдань. Системи автоматизації знижують ризик людських помилок, забезпечуючи точність і надійність процесів. Впровадження цифрових рішень сприяє покращенню якості обслуговування клієнтів через швидкість і персоналізацію. Крім того, автоматизація підвищує конкурентоспроможність організації, адаптуючи її до сучасних ринкових умов. Серед основних переваг впровадження автоматизації бізнес-процесів можна виділити такі:

1. **Зниження витрат.** Автоматизація дозволяє значно скоротити витрати на виконання рутинних завдань, зменшивши потребу у великому персоналі для виконання стандартних операцій. Замість цього, працівники можуть зосередитися на стратегічних задачах, які потребують творчого підходу та аналітичного мислення.
2. **Підвищення точності.** Виконання завдань вручну часто супроводжується ризиком помилок, особливо при великому обсязі операцій. ВРА зменшує людський фактор, що сприяє підвищенню точності операцій, наприклад, при обробці фінансових даних або оформленні замовлень.
3. **Прискорення процесів.** Цифрові інструменти дозволяють значно пришвидшити виконання завдань, що особливо важливо для великих компаній з численними щоденними операціями. Автоматизовані процеси працюють без перерв і дозволяють виконувати більше операцій за менший час.
4. **Покращення якості обслуговування клієнтів.** Завдяки автоматизації обслуговування клієнтів, компанії можуть швидше реагувати на запити, надавати актуальну інформацію та забезпечувати кращий досвід взаємодії з брендом. Це сприяє підвищенню рівня задоволеності клієнтів і лояльності до компанії.

5. Прозорість і контроль. Використання автоматизованих систем дозволяє відстежувати всі етапи бізнес-процесів у реальному часі. Це забезпечує керівництву більшу прозорість у виконанні завдань і полегшує контроль за діяльністю різних відділів [24].

Використання ВРА підвищує адаптивність підприємства до нових умов, дозволяє швидше реагувати на зміни ринку та забезпечує стійкість до зовнішніх факторів, таких як економічні кризи чи раптове збільшення попиту.

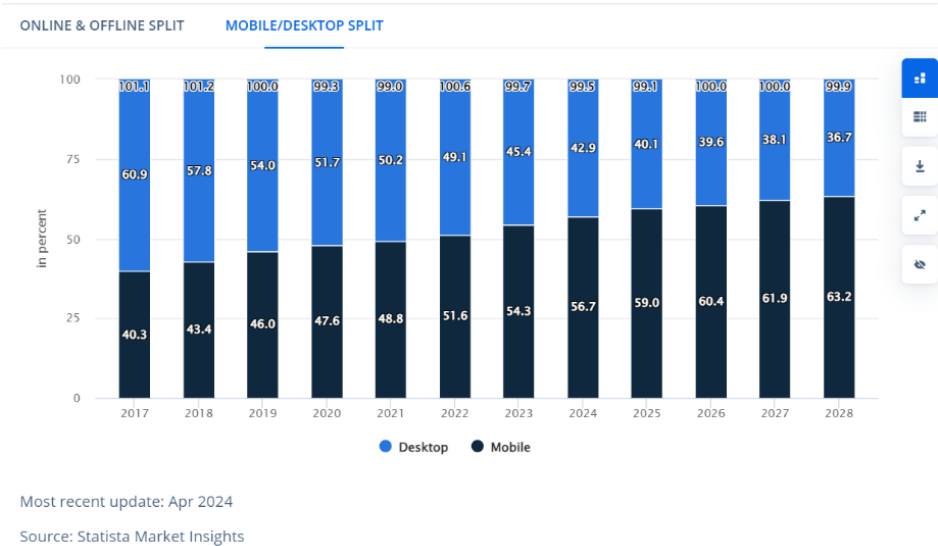
Мобільні додатки стають все більш актуальними в сучасному світі, суттєво впливаючи на торгівельну діяльність підприємств різних масштабів. З розвитком мобільних технологій та зростанням використання смартфонів, мобільна електронна комерція перетворюється на ключовий чинник успіху в сфері електронної торгівлі. Мобільні додатки забезпечують високий рівень зручності для користувачів, дозволяючи здійснювати покупки будь-де і будь-коли, не виходячи з дому або офісу. За даними дослідження Statista, у 2023 році близько 73% всіх онлайн-продажів здійснювалися через мобільні пристрої, і прогнозується досягти 80% до 2029 року. Це свідчить про те, що мобільні додатки стали невід'ємною частиною процесу покупки для споживачів, надаючи їм можливість швидко та ефективно знаходити та купувати необхідні товари та послуги [25].

Мобільні додатки дозволяють надавати персоналізоване обслуговування, враховуючи індивідуальні потреби та вподобання клієнтів. Використання аналітики даних та штучного інтелекту (ШІ) дозволяє компаніям створювати персоналізовані рекомендації, що підвищує ймовірність здійснення покупки. За даними Salesforce, 76% споживачів очікують персоналізованого досвіду від компаній, і мобільні додатки є ключовим інструментом для досягнення цього. Наприклад, Amazon використовує алгоритми машинного навчання для аналізу поведінки користувачів та надання рекомендацій, що відповідають їхнім інтересам.

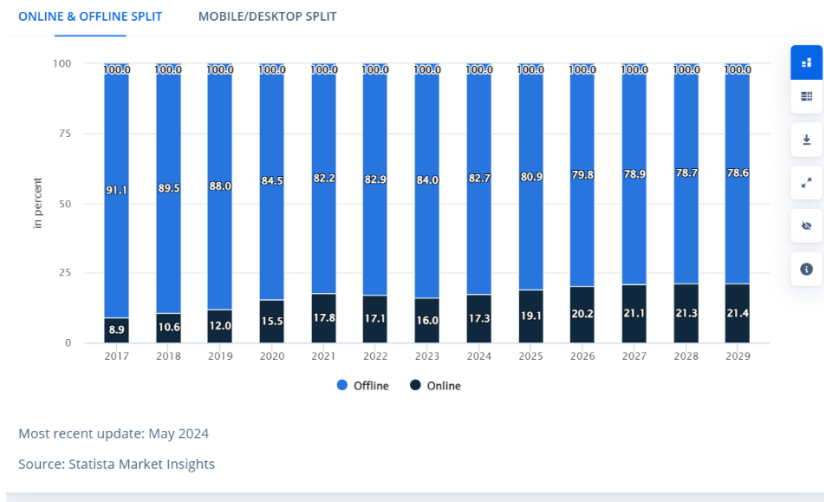
Використання мобільних додатків у товарній торгівлі сприяє значному підвищенню продажів. За даними дослідження McKinsey, компанії, які активно використовують мобільні додатки, спостерігають збільшення доходів на 20-30%

порівняно з тими, хто не використовує такі технології. Крім того, мобільні додатки сприяють підвищенню лояльності клієнтів завдяки зручності використання, швидкому доступу до інформації та можливості отримувати ексклюзивні пропозиції та знижки. Розвиток мобільних платіжних систем, таких як Apple Pay, Google Wallet та інших, спрощує процес оплати та підвищує довіру споживачів до онлайн-транзакцій. За даними Statista, у 2023 році мобільні платежі склали близько 4,28 трильйонів USD, і прогнозується їхнє зростання до 6,48 трильйонів USD до 2029 року. Впровадження технологій безпеки, таких як біометрична аутентифікація та токенизація, забезпечує додатковий рівень захисту транзакцій, що зменшує ризики шахрайства та підвищує довіру споживачів. Мобільні додатки стають все більш функціональними та інтегрованими з різними сервісами, що забезпечує комплексний досвід для користувачів. Наприклад, додатки можуть включати функції доповненої реальності (AR) для віртуального примірювання одягу або перегляду меблів у власному домі, що значно підвищує інтуїтивність та привабливість онлайн-покупок. IKEA Place – один із прикладів такого використання AR, що дозволяє користувачам візуалізувати меблі в реальному середовищі перед покупкою.

Велика кількість даних, зібраних з мобільних пристроїв, дозволяє компаніям використовувати аналітику даних для створення персоналізованих пропозицій. Рекомендаційні системи, що базуються на машинному навчанні, аналізують історію покупок та поведінку користувачів, щоб пропонувати релевантні товари, що підвищує ймовірність завершення покупки. За даними Business Insider, чат-боти можуть зменшити витрати на підтримку клієнтів до 30%, одночасно підвищуючи рівень задоволеності користувачів. Соціальні мережі стають важливими платформами для мобільної електронної комерції. Функції, такі як «купити зараз» (Buy Now) та інтеграція з чат-ботами, дозволяють користувачам здійснювати покупки безпосередньо через соціальні платформи, такі як Instagram, Facebook та TikTok. За даними eMarketer, соціальна комерція складе близько 20% всіх онлайн-продажів до 2025 року. Це спрощує процес покупки та робить його більш інтерактивним та привабливим для молодшої аудиторії.



A)



Б)

Рисунок 1.5 – Розподіл між онлайн- та офлайн-торгівлею*

*Джерело: розроблено автором на основі [52]

Рисунок 1.5 ілюструє співвідношення між онлайн- та офлайн-торгівлею за період 2017–2029 років, демонструючи зміну частки електронної комерції (online) у загальному обсязі роздрібних продажів. Тенденція чітко вказує на поступове збільшення частки онлайн-продажів за цей період.

У 2017 році офлайн-продажі домінували, займаючи 91,1% ринку, тоді як онлайн-сегмент становив лише 8,9%. Однак з кожним роком частка онлайн-торгівлі стабільно зростала. Вже у 2020 році частка онлайн-продажів сягнула 15,5%, що частково пояснюється впливом пандемії COVID-19, яка змінила

споживчу поведінку і змусила багатьох покупців перейти на онлайн-шопінг через закриття традиційних магазинів та карантинні обмеження.

Після пандемії спостерігається стабільне зростання частки онлайн-продажів. У 2023 році онлайн-торгівля досягла 16%, а прогноз на 2024 рік передбачає збільшення цього показника до 17,3%. До 2029 року частка онлайн-продажів продовжить рости і складе 21,4%, що вказує на стійку тенденцію до переорієнтації покупців на електронну комерцію.

Офлайн-продажі, хоча і залишаються домінуючими, зазнають поступового скорочення. З 91,1% у 2017 році їх частка зменшується до прогнозованих 78,6% у 2029 році. Це свідчить про те, що традиційні магазини продовжують втрачати частку ринку на користь цифрових платформ.

Аналіз цих даних свідчить про поступову і незворотну зміну ринку на користь електронної комерції. Хоча офлайн-торгівля все ще займає більшу частину ринку, цифрові продажі постійно зростають, що може бути наслідком змін у споживчій поведінці, зумовлених технологічним прогресом, розвитком цифрової інфраструктури та адаптацією бізнесів до нових реалій. Очевидно, що ця тенденція триватиме й надалі, особливо в умовах зростаючої глобалізації та спрощення доступу до інтернет-платформ, що забезпечує швидкий і зручний шопінг для споживачів по всьому світу.

Також штучний інтелект поступово стає невід'ємною частиною електронної комерції, значно впливаючи на зміну бізнес-моделей і підвищуючи ефективність торговельних процесів. Згідно з даними дослідження, провідні українські маркетплейси, такі як Rozetka і Prom.ua, активно використовують інструменти ШІ для автоматизації пошукових запитів, сегментації клієнтів та персоналізації рекомендацій. Застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє не лише аналізувати поведінку споживачів, але й передбачати їхні потреби, що сприяє збільшенню рівня конверсії та підвищенню лояльності клієнтів. Наприклад, інтелектуальні системи можуть автоматично підбирати пропозиції, орієнтовані на попередні покупки користувачів, або оптимізувати показ реклами, виходячи з уподобань потенційної аудиторії.

В Україні електронна комерція демонструє стрімке зростання, навіть на тлі економічних і соціальних викликів. Наприклад, обсяг інтернет-продажів у 2019 році склав 8,9% від загального обсягу роздрібної торгівлі, що свідчить про стабільне зростання довіри споживачів до онлайн-майданчиків. Найактивніше розвиваються такі сфери, як побутова техніка, косметика, товари для дому, а також одяг і аксесуари. Товари для дому та саду продемонстрували найбільший приріст продажів – 26,1%, що свідчить про зміну споживчих пріоритетів у бік комфортного облаштування побуту. Такий попит значною мірою пояснюється спрощенням доступу до цифрових платформ, розширенням асортименту товарів та покращенням зручності замовлення й доставки.

Водночас важливу роль у розвитку електронної комерції в Україні відіграють цифрові технології автоматизації. Як зазначено в дослідженні, інтернет-магазини, зокрема маркетплейси, активно впроваджують автоматизовані рішення для управління своїми операціями. Це включає SEO-оптимізацію, яка сприяє покращенню видимості сайтів у пошукових системах. Наприклад, такі платформи, як Мою і Arteka911, забезпечують понад 60% свого трафіку саме завдяки успішній SEO-стратегії. Важливим також є використання систем для аналізу та обробки даних про джерела трафіку, що дозволяє інтернет-магазинам ефективніше залучати клієнтів. У дослідженні наголошено, що прямий трафік і пошук за ключовими словами є ключовими джерелами відвідувань, а маркетингові інструменти, як-от медійна реклама та соціальні мережі, відіграють допоміжну роль.

Український ринок електронної комерції характеризується переважним домінуванням маркетплейсів, які завдяки відносно низьким витратам на інфраструктуру та високій гнучкості у формуванні пропозицій значно випереджають класичні інтернет-магазини. Наприклад, сегмент маркетплейсів демонструє найшвидше зростання серед інших бізнес-моделей, що особливо помітно на прикладі Rozetka та Prom.ua. Це підтверджується високою часткою прямого трафіку у цих платформ, яка перевищує 30% і свідчить про високий рівень довіри з боку споживачів. Таким чином, електронна комерція в Україні перебуває на етапі активного впровадження сучасних цифрових технологій,

включаючи ІІІ та автоматизацію. Вона не лише адаптується до світових тенденцій, а й формує власні стратегії розвитку, орієнтовані на потреби місцевих споживачів. Розширення доступу до інтернету, збільшення цифрової грамотності населення та зростання популярності онлайн-шопінгу свідчать про значний потенціал цього ринку у майбутньому.

РОЗДІЛ 2: ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ: АНАЛІЗ ПРАКТИК

2.1. Аналіз сучасних технологій ШІ у сфері електронної комерції

Електронна комерція завжди була високотехнологічним бізнесом, що активно інтегрує новітні технології для підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Однією з найбільш значущих технологій останніх років є штучний інтелект (ШІ), який стає ключовим інструментом у розвитку eCommerce-продуктів. Цей підрозділ розглядає актуальність, статистичні показники, переваги та перспективи інтеграції ШІ в електронну комерцію.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у продукти електронної комерції стає дедалі більш актуальною, відображаючи загальну тенденцію до цифровізації та автоматизації бізнес-процесів. Електронна комерція завжди була високотехнологічним сектором, і саме тому вона є однією з перших галузей, які активно впроваджують новітні можливості ШІ. За даними дослідження IBM, 42% середніх та великих компаній з понад тисячею співробітників вже активно використовують ШІ у своїх бізнес-процесах або перебувають на етапі його впровадження. Це свідчить про значний інтерес до технологій штучного інтелекту серед провідних гравців ринку.

Згідно з оцінками аналітичної компанії Gartner, понад половина підприємств у сфері електронної комерції (51%) вже використовують засоби ШІ для оптимізації своїх операцій. Крім того, 84% бізнесів в цій галузі визначили інтеграцію ШІ як пріоритетний напрямок розвитку. Ці показники демонструють не лише широку розповсюдженість ШІ, але й його стратегічну важливість для майбутнього електронної комерції.

Прогнозоване зростання ринку рішень ШІ для електронної комерції також підтверджує високу актуальність цієї технології. За прогнозами, до 2030 року обсяг цього ринку досягне 16,8 мільярдів доларів, а до 2033 року він зросте до

50,98 мільярдів доларів при середньорічному темпі зростання 24%, згідно з даними Market.us. Такий стрімкий ріст свідчить про те, що ШІ стає невід'ємною частиною екосистеми електронної комерції, забезпечуючи компаніям конкурентні переваги та нові можливості для розвитку.

Додатково, дослідження Gitnux показало, що вже у 2021 році 75% взаємодій користувачів з бізнесами в електронній комерції супроводжувалися використанням інструментів ШІ. Це свідчить про глибоку інтеграцію штучного інтелекту у повсякденні операції онлайн-магазинів, що дозволяє не лише покращити користувацький досвід, але й підвищити ефективність бізнесу. Використання ШІ в електронній комерції сприяє збільшенню продажів на 59% та приносить на 10% більше прибутку порівняно з іншими галузями. Ці показники підтверджують високу ефективність застосування штучного інтелекту в онлайн-продажах та його здатність значно підвищити рентабельність бізнесу (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Оцінки ринку e-commerce із впровадженням ШІ*

*Джерело: розроблено автором на основі [30]

Персоналізація є одним із найважливіших напрямків, де ШІ демонструє свою високу ефективність. Завдяки алгоритмам машинного навчання, електронні магазини можуть здійснювати гіперперсоналізацію пропозицій для кожного окремого користувача. Це означає, що рекомендації стають не просто загальною пропозицією, а максимально релевантними та своєчасними, враховуючи

індивідуальні потреби та уподобання клієнтів. Наприклад, аналізуючи історію пошуків та покупок, ШІ може передбачити, які товари будуть найбільш цікавими для конкретного користувача, тим самим підвищуючи ймовірність здійснення покупки. Такий підхід не лише покращує користувацький досвід, але й сприяє збільшенню продажів. За даними Gitnux, використання ШІ в рекомендаційних системах дозволяє підвищити конверсію онлайн-магазинів утричі, а також знизити частку «покинутих кошиків» на 30%.

Одним із ключових напрямків застосування ШІ в електронній комерції є створення персоналізованих рекомендацій для користувачів, що суттєво впливає на зростання продажів. Алгоритми машинного навчання аналізують поведінкові дані, включаючи історію покупок, пошукові запити та вподобання клієнтів, щоб створити унікальні пропозиції для кожного користувача. Наприклад, компанія Amazon, впровадивши систему рекомендацій, досягла збільшення продажів на 35%. Ця технологія дозволяє компаніям не лише підвищувати конверсію, але й забезпечувати кращий користувацький досвід, що є ключовим фактором конкурентної переваги на ринку eCommerce.

Ще однією значущою сферою використання ШІ є автоматизація обслуговування клієнтів. Завдяки впровадженню чат-ботів, які працюють на основі алгоритмів обробки природної мови, компанії можуть надавати цілодобову підтримку користувачам, вирішуючи їхні запити без залучення великого штату працівників. Такі рішення значно знижують витрати на обслуговування клієнтів. За даними дослідження Juniper Research, до 2023 року компанії, які використовують подібні інструменти, зможуть зекономити понад 11 мільярдів доларів. Окрім цього, чат-боти забезпечують швидку і якісну взаємодію з клієнтами, що сприяє підвищенню лояльності до бренду.

Штучний інтелект також відіграє важливу роль в оптимізації управління запасами. Його здатність аналізувати дані про продажі та прогнозувати попит дозволяє зменшувати витрати на зберігання та уникати дефіциту або надлишку товарів. Компанія Walmart, наприклад, активно використовує такі алгоритми для управління ланцюгами постачання, що дає змогу скоротити витрати на логістику

та підвищити ефективність роботи. Завдяки ІІІ компанії можуть не лише адаптувати свої запаси до реальних потреб ринку, але й забезпечувати кращу доступність товарів для своїх клієнтів, що позитивно впливає на загальні показники їхньої діяльності.

Автоматизація процесів є важливим напрямком застосування ІІІ в електронній комерції. ІІІ забезпечує цілодобову підтримку клієнтів через чатботів та віртуальних помічників, які здатні відповідати на запитання користувачів, вирішувати їхні проблеми та навіть приймати замовлення в режимі реального часу. Це дозволяє бізнесам надавати високоякісний сервіс без необхідності залучення великої кількості персоналу, що, в свою чергу, знижує витрати та підвищує ефективність обслуговування. Крім того, ІІІ оптимізує управління замовленнями та логістикою, автоматизуючи процеси обробки замовлень, управління запасами та планування доставки. Завдяки цим технологіям, онлайн-магазини можуть швидко реагувати на зміни попиту, мінімізуючи ризики виникнення дефіциту або надлишку товарів на складі.

Підвищення точності роботи з даними є ще одним важливим аспектом застосування ІІІ в eCommerce. Завдяки передовій предиктивній аналітиці, ІІІ дозволяє точно прогнозувати попит на продукцію, аналізувати ринкові тренди та моніторити ланцюжки постачання в режимі реального часу. Це забезпечує бізнесам можливість приймати обґрунтовані рішення щодо управління запасами, планування маркетингових кампаній та оптимізації логістичних процесів. Наприклад, прогнозування попиту дозволяє онлайн-магазинам ефективно планувати запаси, зменшуючи витрати на зберігання та запобігаючи виникненню надлишків або дефіциту товарів. Крім того, моніторинг ланцюжків постачання в режимі реального часу дозволяє швидко реагувати на будь-які збої або затримки, забезпечуючи безперебійну роботу бізнесу та задоволення клієнтів.

Інтеграція ІІІ у ці ключові напрямки сприяє значному підвищенню продуктивності та рентабельності електронної комерції. За допомогою ІІІ онлайн-магазини можуть не лише покращувати взаємодію з клієнтами, але й оптимізувати внутрішні бізнес-процеси, що веде до зростання продажів на 59%

та збільшення прибутку на 10% порівняно з іншими індустріями. Це свідчить про те, що ІІІ стає невід'ємною складовою сучасних eCommerce-рішень.

Однією з найбільш значущих змін, які ІІІ приносить у сферу електронної комерції, є революціонізація користувацького досвіду. Впровадження голосових асистентів, таких як Alexa від Amazon чи Google Assistant, дозволяє користувачам здійснювати покупки за допомогою голосових команд, що робить процес покупки більш зручним та інтуїтивно зрозумілим. За даними статті, вже близько третини споживачів у США використовують голосові асистенти для онлайн-замовлень, що свідчить про зростаючу популярність цього інструменту.

Віртуальні консультанти, оснащені алгоритмами обробки природної мови, здатні не лише відповідати на запитання користувачів, але й активно рекомендувати товари, що відповідають їхнім потребам. Це дозволяє створити більш персоналізований та інтерактивний досвід покупок. Крім того, використання персоналізованих AR/VR візуалізацій продуктів дозволяє споживачам отримувати детальніше уявлення про товар перед його покупкою, що значно підвищує рівень задоволеності клієнтів та знижує ризик повернень.

ІІІ відкриває нові можливості для підсилення бренду через автоматизований маркетинг та використання data-driven стратегій. Завдяки аналізу великих обсягів даних, ІІІ може створювати індивідуальні рекламні кампанії, що максимально відповідають інтересам та потребам цільової аудиторії. Це дозволяє не лише підвищити ефективність маркетингових зусиль, але й забезпечити більш точне таргетування реклами, що сприяє збільшенню конверсії та зростанню продажів.

Data-driven підходи, засновані на аналізі поведінкових даних користувачів, дозволяють бізнесам краще розуміти своїх клієнтів та адаптувати свої стратегії відповідно до змін у споживчих вподобаннях. Це забезпечує гнучкість та адаптивність брендів у динамічному ринковому середовищі, дозволяючи їм швидко реагувати на нові тренди та вимоги ринку.

ІІІ також відіграє ключову роль у інтеграції з іншими передовими технологіями, такими як Інтернет речей (IoT), дрони та метавсесвіт. Інтеграція

III з IoT дозволяє створювати смарт-системи управління запасами, які автоматично регулюють рівень товарів на складах на основі аналізу даних про попит та пропозицію. Використання дронів у логістиці, керованих III, дозволяє оптимізувати процеси доставки, знижуючи витрати часу та ресурсів.

Метавсесвіт, як нове цифрове середовище, де користувачі можуть взаємодіяти з тривимірними віртуальними світами, також отримує значну підтримку від III. Наприклад, створення віртуальних магазинів у метавсесвіті, де користувачі можуть здійснювати покупки у тривимірному просторі, стає можливим завдяки розвитку III. Це відкриває нові можливості для взаємодії з клієнтами та створення унікальних досвідів покупок.

Генеративний III надає онлайн-магазинам свободу у створенні контенту та продуктів. Завдяки алгоритмам генеративного моделювання, бізнеси можуть швидко та ефективно створювати текстовий, аудіо- та відеоконтент, а також персоналізований дизайн продуктів. Це дозволяє значно скоротити час та витрати на розробку маркетингових матеріалів, презентацій товарів та навіть веб-сторінок.

Персоналізований дизайн продуктів, створений за допомогою III, дозволяє користувачам отримувати унікальні товари, адаптовані до їхніх індивідуальних потреб та вподобань. Наприклад, онлайн-магазини можуть запропонувати користувачам створення власних дизайнів одягу чи аксесуарів, що значно підвищує рівень задоволеності клієнтів та їхню лояльність до бренду.

Перспективи та майбутні можливості III в електронній комерції є надзвичайно широкими та обіцяючими. III не лише покращує поточні бізнес-процеси, але й відкриває нові шляхи для інновацій та розвитку. Від революціонізації користувацького досвіду через голосові асистенти та віртуальних консультантів до підсилення бренду за допомогою автоматизованого маркетингу та data-driven стратегій – III стає невід’ємною частиною сучасної eCommerce-інфраструктури.

2.2. Персоналізація користувацького досвіду через ШІ

Рекомендаційні системи займають центральне місце у сучасній електронній комерції, забезпечуючи персоналізований досвід для користувачів та сприяючи підвищенню ефективності продажів. Вони використовують різноманітні підходи та алгоритми для аналізу даних про користувачів і товари, з метою надання релевантних рекомендацій. Основні види рекомендаційних систем включають колаборативну фільтрацію, контентну фільтрацію та гібридні системи, кожна з яких базується на унікальних принципах та методах обробки інформації.

Колаборативна фільтрація є одним із найпоширеніших та найефективніших підходів у сучасних рекомендаційних системах електронної комерції. Вона ґрунтується на аналізі колективної поведінки користувачів для передбачення їхніх індивідуальних вподобань та рекомендацій. Основна ідея полягає в тому, що користувачі, які демонструють схожі інтереси та поведінку, мають високу ймовірність мати подібні вподобання щодо товарів чи послуг[34].

Колаборативна фільтрація поділяється на два основні підходи: пам'яткова (memory-based) та модельна (model-based).

Пам'яткова колаборативна фільтрація базується на обчисленні подібності між користувачами або товарами без використання складних моделей. Основна мета цього підходу — знайти користувачів з подібними вподобаннями або товари, які часто оцінюються однаково, та використовувати цю інформацію для формування рекомендацій.

Одним із ключових аспектів пам'яткової фільтрації є вибір метрики подібності. Однією з найпоширеніших метрик є косинусна подібність, яка вимірює кут між векторами користувачів або товарів у багатовимірному просторі. Формула косинусної подібності між двома користувачами u та v виглядає наступним чином:

$$\text{Схожість}(u, v) = \frac{\sum_{i \in I} r_{u,i} * r_{v,i}}{\sqrt{\sum_{i \in I} r_{u,i}^2} * \sqrt{\sum_{i \in I} r_{v,i}^2}}, \quad (2.1)$$

де $r_{u,i}$, $r_{v,i}$ рейтинги, які користувачі u та v присвоїли товару i , а I – множина товарів, оцінених обома користувачами.

Іншою популярною метрикою є коефіцієнт Пірсона, який враховує середні значення рейтингів користувачів та вимірює лінійну залежність між їхніми оцінками:

$$\text{Схожість}(u, v) = \frac{\sum_{i \in I} (r_{u,i} - \bar{r}_u) (r_{v,i} - \bar{r}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in I} (r_{u,i} - \bar{r}_u)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in I} (r_{v,i} - \bar{r}_v)^2}}, \quad (2.2)$$

де $\bar{r}_u$ та $\bar{r}_v$ середні рейтинги користувачів u та v відповідно.

Після обчислення подібностей, вибирається певна кількість найбільш схожих сусідів для кожного користувача або товару, і на основі їхніх оцінок формуються рекомендації. Наприклад, прогнозований рейтинг для користувача u щодо товару i може бути обчислений як зважене середнє рейтинга сусідів:

$$\hat{r}_{u,i} = \bar{r}_u + \frac{\sum_{v \in N(u)} \text{Схожість}(u, v) \cdot (r_{v,i} - \bar{r}_v)}{\sum_{v \in N(u)} |\text{Схожість}(u, v)|}, \quad (2.3)$$

де $N(u)$ – множина найбільш схожих користувачів до u .

На відміну від пам'яткової, модельна колаборативна фільтрація використовує алгоритми машинного навчання для побудови моделей, які здатні прогнозувати рейтинги або оцінки товарів користувачами. Цей підхід дозволяє ефективніше справлятися з великими об'ємами даних та складними взаємозв'язками між користувачами і товарами.

Одним із найпоширеніших методів у модельній фільтрації є матрична факторизація, яка прагне представити матрицю рейтингів R у вигляді добутку двох матриць нижчої розмірності:

$$R \approx P * Q^T, \quad (2.4)$$

де P – матриця користувачів, Q – матриця товарів.

Кожен рядок матриці P представляє вектор латентних факторів користувача, а кожен рядок матриці Q – вектор латентних факторів товару. Мета полягає в тому, щоб знайти такі матриці P та Q , які мінімізують різницю між відомими рейтингами та прогнозованими значеннями:

$$\min_{P,Q} \sum_{(u,i) \in \kappa} (r_{u,i} - p_u^T q_i)^2 + \lambda(\|P\|^2 + \|Q\|^2) \quad , (2.5)$$

де κ – множина відомих рейтингів, p_u та q_i – вектори латентних факторів користувача u та товару i відповідно, а λ – параметр регуляризації, який допомагає уникнути перенавчання. Іншим підходом у модельній фільтрації є використання глибинного навчання, зокрема нейронних мереж, для моделювання складних взаємозв'язків між користувачами та товарами. Наприклад, автоенкодери можуть бути використані для зниження розмірності та виявлення латентних ознак, що забезпечує більш точні рекомендації.

Сучасні дослідження у сфері колаборативної фільтрації спрямовані на покращення точності рекомендацій та вирішення існуючих проблем. Одним із таких напрямів є використання матричних факторизацій з додатковими регуляризаторами, які враховують соціальні зв'язки між користувачами або контекстуальну інформацію про товари.

Наприклад, соціально-регуляризована матрична факторизація може включати термін, що враховує подібність між користувачами на основі їхніх соціальних зв'язків:

$$\min_{P,Q} \sum_{(u,i) \in \kappa} (r_{u,i} - p_u^T q_i)^2 + \lambda(\|P\|^2 + \|Q\|^2) + \alpha \sum_{(u,v) \in S} \|p_u - p_v\|^2 \quad , (2.6)$$

де S – множина пар користувачів, які мають соціальні зв'язки, а α – параметр, що визначає вагу соціальної регуляризації.

Іншим напрямком є використання методів глибинного навчання, таких як рекурентні нейронні мережі (RNN) або графові нейронні мережі (GNN), для

моделювання послідовних та графових взаємозв'язків між користувачами та товарами. Це дозволяє виявляти більш складні патерни в даних та покращувати якість рекомендацій.

Гібридні рекомендаційні системи поєднують у собі різні підходи до формування рекомендацій, такі як колаборативна фільтрація, контентна фільтрація та інші методи, з метою подолання обмежень кожного окремого підходу та підвищення загальної точності та надійності рекомендацій. Використання гібридних систем дозволяє отримувати більш глибоке розуміння вподобань користувачів, а також забезпечує більшу стійкість до проблем, таких як холодний старт або надмірна залежність від популярних товарів [33].

Основний принцип гібридних систем полягає в інтеграції різних методів рекомендації для компенсації їхніх слабких сторін та використання сильних сторін кожного підходу. Це може здійснюватися різними способами, включаючи:

1. **Комбінування результатів.** Результати різних методів рекомендації комбінуються для формування остаточних рекомендацій. Наприклад, оцінки від колаборативної фільтрації можуть бути поєднані з оцінками від контентної фільтрації за допомогою вагових коефіцієнтів.
2. **Послідовне застосування.** Один метод використовується для попередньої обробки або фільтрації даних, після чого інший метод застосовується до вже оброблених даних. Наприклад, спочатку може бути застосована колаборативна фільтрація для виявлення схожих користувачів, а потім контентна фільтрація для рекомендації товарів на основі характеристик.
3. **Модульна архітектура.** Різні методи працюють паралельно в окремих модулях, а їхні результати інтегруються на рівні системи. Це дозволяє легко додавати нові методи без зміни існуючих компонентів.

Одним із найбільш ефективних підходів до гібридної фільтрації є комбінування матричної факторизації з контентними ознаками. Такий підхід дозволяє враховувати як колаборативні, так і контентні аспекти при формуванні рекомендацій.

Матрична факторизація є ключовим елементом багатьох гібридних систем. Вона дозволяє розкласти матрицю рейтингів R на добуток двох матриць нижчої розмірності P та Q :

$$R \approx P * Q^T, (2.7)$$

де P – матриця користувачів, а Q – матриця товарів. Кожен рядок матриці P представляє латентні фактори користувача, а кожен рядок матриці Q – латентні фактори товару.

Для інтеграції контентних ознак додається матриця ознак товарів F та відповідні вагові коефіцієнти W :

$$R \approx P * Q^T + F * W^T, (2.8)$$

де F – матриця контентних ознак товарів, а W – матриця вагових коефіцієнтів, що відповідають цим ознакам. Це дозволяє моделі враховувати як взаємодії користувачів і товарів, так і специфічні характеристики самих товарів.

Функція втрат для такої моделі може бути записана наступним чином:

$$\min_{P, Q, W} \sum_{(u, i) \in \kappa} (r_{u, i} - p_u^T q_i - f_i^T w)^2 + \lambda (\|P\|^2 + \|Q\|^2 + \|W\|^2) , (2.9)$$

Асоціативні правила є одним із важливих методів у рекомендаційних системах електронної комерції. Вони базуються на виявленні закономірностей та залежностей між товарами, що часто купуються разом або мають певні взаємозв'язки у поведінці користувачів. Використання асоціативних правил дозволяє системам рекомендацій передбачати, які товари можуть зацікавити користувача на основі його поточних або минулих покупок. Для побудови асоціативних правил використовуються такі основні метрики, як підтримка (support), довіра (confidence) та підсилення (lift). Ці метрики допомагають оцінити силу та значущість виявлених залежностей між товарами.

- **Підтримка (Support).** Відображає частоту появи певного набору товарів у всіх транзакціях. Вона визначає, наскільки часто певний набір товарів зустрічається в даних.

$$Support(A \Rightarrow B) = \frac{\text{Число транзакцій, що містять } A \cup B}{\text{Загальна кількість транзакцій}}, \quad (2.10)$$

- **Довіра (Confidence).** Відображає ймовірність появи товару В при умові, що товар А вже придбано. Це показник надійності асоціативного правила.

$$Confidence(A \Rightarrow B) = \frac{\text{Число транзакцій, що містять } A \cup B}{\text{Загальна кількість транзакцій}}, \quad (2.11)$$

- **Підсилення (Lift).** Вимірює, наскільки більше ймовірність покупки товару В при умові покупки товару А порівняно з випадковою покупкою. Підсилення допомагає визначити, чи є залежність між товарами значущою.

$$Lift(A \Rightarrow B) = \frac{Confidence(A \Rightarrow B)}{Support(B)} = \frac{Support(A \Rightarrow B)}{Support(A) * Support(B)}, \quad (2.12)$$

Для виявлення асоціативних правил використовуються алгоритми, які дозволяють ефективно знаходити часті набори товарів та формувати на їх основі правила. Найбільш поширеними алгоритмами є Apriori та FP-Growth.

Алгоритм Apriori базується на принципі, що будь-який піднабір частого набору товарів також є частим. Це дозволяє значно скоротити простір пошуку, обчислюючи часті набори рівнем за рівнем. Формально, якщо L_{k-1} – часті набори з $k-1$ елементів, то кандидати C_k елементів генеруються як:

$$C_k = \{c \cup \{x\} \mid c \in L_{k-1}, x \notin c\}, \quad (2.13)$$

Основні кроки алгоритму Apriori:

1. **Генерація кандидатів.** Починаючи з одноелементних наборів, алгоритм генерує кандидати наступного рівня шляхом об'єднання частих наборів попереднього рівня.
2. **Обчислення підтримки.** Для кожного кандидата обчислюється підтримка, і ті кандидати, що мають підтримку нижчу за встановлений поріг, відсіюються.

3. **Повторення.** Процес повторюється до тих пір, поки не будуть знайдені всі часті набори.

Алгоритм FP-Growth (Frequent Pattern Growth) є більш ефективним, особливо при роботі з великими базами даних, оскільки він не генерує кандидатів у кожному кроці, як це робить Apriori. Замість цього FP-Growth використовує компактну структуру даних, звану FP-дерево (Frequent Pattern Tree), для зберігання інформації про часті набори.

Основні кроки алгоритму FP-Growth:

1. **Будівництво FP-дерева.** Алгоритм проходить по базі даних для визначення частоти кожного елементу, а потім будує FP-дерево, де часті елементи упорядковані за спаданням частоти.
2. **Видобуток частих шаблонів.** Рекурсивно аналізується FP-дерево для виявлення частих шаблонів шляхом побудови умовних FP-дерев для кожного елементу.

Розглянемо простий приклад застосування алгоритму Apriori для виявлення асоціативних правил у наборі транзакцій. Нехай маємо наступні транзакції:

1. {хліб, молоко}
2. {хліб, підгузки, пиво, яйця}
3. {молоко, підгузки, пиво, кола}
4. {хліб, молоко, підгузки, пиво}
5. {хліб, молоко, підгузки, кола}

Починаємо з одноелементних наборів, визначаємо їхню підтримку, вибираємо ті, що задовольняють мінімальний поріг підтримки, наприклад, 60%.

Далі генеруємо двоелементні набори, обчислюємо їхню підтримку, відсіюємо нечасті, і так далі. В результаті отримаємо асоціативні правила з високими значеннями довіри та підсилення, наприклад, {хліб} $\Rightarrow$ {молоко} з довірою 80% та підсиленням 1.2.

В електронній комерції асоціативні правила широко використовуються для формування рекомендацій, що базуються на спільних покупках. Наприклад,

якщо користувач придбав товар А, система може рекомендувати товар В, якщо правило $A \Rightarrow B$ має високу довіру та підсилення. Це дозволяє підвищити релевантність рекомендацій та сприяти збільшенню обсягу продажів.

Системи рекомендацій можуть використовувати асоціативні правила для:

- **Крос-продажів (Cross-Selling).** Рекомендація додаткових товарів, які часто купуються разом з основним товаром.
- **Up-Selling.** Пропозиція більш дорогих або покращених версій товарів, що вже були обрані користувачем.
- **Персоналізованих пропозицій.** Врахування індивідуальних покупок користувача для формування унікальних рекомендацій.

Amazon є провідним прикладом ефективного використання рекомендаційних систем у сфері електронної комерції. Історія розвитку алгоритмів рекомендацій Amazon демонструє еволюцію підходів від традиційної колаборативної фільтрації до складніших моделей, що включають глибинне навчання та часові аспекти. Цей підхід дозволив Amazon значно покращити якість рекомендацій, підвищити конверсію та задоволеність клієнтів.

Перші спроби Amazon впровадити рекомендаційні системи були засновані на методах колаборативної фільтрації, зокрема на користувацькій колаборативній фільтрації (user-based collaborative filtering). Цей підхід передбачав, що схожі користувачі матимуть схожі вподобання, і на основі цього формувались рекомендації. Однак, дослідники Amazon, зокрема Грег Лінден, Брент Сміт та Джеремі Йорк, виявили, що цей метод має суттєві обмеження щодо масштабованості та якості рекомендацій у великих системах з мільйонами користувачів та товарів[29].

Для подолання цих обмежень, у 2003 році було запропоновано метод item-to-item collaborative filtering, який зосереджувався на аналізі взаємозв'язків між товарами замість користувачів. Цей підхід дозволив значно покращити ефективність обчислень та якість рекомендацій, забезпечуючи кращу масштабованість системи.

Item-to-item collaborative filtering полягає в аналізі історії покупок користувачів для виявлення кореляцій між товарами. Замість порівняння користувачів між собою, алгоритм оцінює, які товари часто купуються разом, і на основі цього формує рекомендації. Основна ідея полягає в тому, що якщо користувач придбав товар A , система рекомендує товари B , які часто купуються разом з A .

Формально, визначення схожості між товарами A та B може бути представлене наступною формулою:

$$\text{Схожість}(A, B) = \frac{\text{Support}(A \cup B)}{\text{Support}(A)}, \quad (2.14)$$

де $\text{Support}(A \cup B)$ – частота спільної появи товарів A і B у транзакціях, а $\text{Support}(A)$ – частота появи товару A у транзакціях. Ця метрика дозволяє оцінити, наскільки часто товари купуються разом у порівнянні зі середньою частотою покупок товару B .

Однією з ключових переваг item-to-item підходу є значне покращення масштабованості. У методі user-based collaborative filtering необхідно порівнювати покупки кожного користувача з усіма іншими, що стає обчислювально затратним при збільшенні кількості користувачів. У свою чергу, item-to-item підхід дозволяє попередньо обчислити схожість між товарами, що зменшує обсяг обчислень під час генерації рекомендацій у режимі реального часу. Крім того, цей метод забезпечує більш стабільні та релевантні рекомендації, оскільки він фокусується на взаємозв'язках між товарами, що часто купуються разом, незалежно від змін у вподобаннях окремих користувачів [31].

Першочерговий алгоритм item-to-item collaborative filtering базувався на простій кореляції покупок, що призводило до систематичного недооцінювання базової ймовірності покупки товару B у користувачів, які придбали товар A . Це пов'язано з тим, що користувачі, які купують багато товарів, мають вищу ймовірність придбати будь-який товар, включаючи B , що викривало оцінку схожості [32, 37].

Для вирішення цієї проблеми було запропоновано використовувати метрику, засновану на диференціальних ймовірностях. Формула для нової метрики схожості виглядає наступним чином:

$$Lift(A, B) = \frac{Support(A \cup B)}{Support(A) \cdot Support(B)}, \quad (2.15)$$

де $Lift(A, B)$ вимірює, наскільки ймовірність покупки товару B при купівлі товару A перевищує випадкову ймовірність покупки товару B . Ця метрика дозволяє врахувати базову частоту покупок товарів та забезпечує більш точну оцінку схожості.

Item-to-item collaborative filtering також відзначається високою обчислювальною ефективністю. Завдяки тому, що кожен товар має обмежену кількість пов'язаних з ним товарів, система може швидко генерувати рекомендації без необхідності порівнювати усі можливі пари користувачів та товарів. Це особливо важливо для великих платформ, таких як Amazon, де кількість користувачів та товарів постійно зростає.

Дослідники Amazon також виявили, що аналіз історій покупок на рівні товарів забезпечує кращі результати порівняно з аналізом на рівні користувачів, що сприяло подальшій оптимізації алгоритмів рекомендацій. З часом Amazon продовжував вдосконалювати свої рекомендаційні системи, впроваджуючи нові методи машинного навчання та глибинного навчання. Наприклад, у 2014 році команда в Personalization Group розробила новий алгоритм для Prime Video, який використовував глибинні нейронні мережі замість традиційної матричної факторизації. Використання автоенкодерів дозволило моделювати складні взаємозв'язки між користувачами та товарами, враховуючи часові аспекти покупок та переглядів. Проте, первинні спроби застосування автоенкодерів виявилися недостатньо ефективними при прогнозуванні рекомендацій у загальному випадку. Проте, після впровадження часових аспектів та розподілу даних у хронологічному порядку, ефективність моделей значно покращилася, перевершивши як традиційні алгоритми колаборативної фільтрації, так і прості списки бестселерів.

Netflix є ще одним видатним прикладом компанії, що ефективно використовує рекомендаційні системи, але у сфері потокового відео. Система рекомендацій Netflix відрізняється своєю складністю та багатовимірністю, що дозволяє персоналізувати досвід користувачів на різних рівнях.

Netflix має понад 139 мільйонів платних підписників у 300 країнах, що робить її одним із найбільших потокових сервісів у світі. Система рекомендацій Netflix складається з колекції різних передових алгоритмів, які працюють разом для створення унікального користувацького досвіду, утримуючи користувачів та запобігаючи відмові від підписки. Кожен елемент, який ви бачите на платформі Netflix, є результатом роботи рекомендаційної системи.

Коли користувач переглядає фільм чи серіал на Netflix, система збирає величезну кількість даних, які потім використовуються алгоритмами для оновлення рекомендацій. До таких даних належать:

- Історія переглядів
- Оцінки контенту
- Інформація про пристрій
- Місцезнаходження користувача
- Чи було перервано перегляд шоу

Також Netflix використовує багатовимірні дані, такі як соціальні взаємодії, пошукові запити та зовнішні джерела інформації (наприклад, касові збори, критичні відгуки).

Система рекомендацій Netflix має багатовимірні цілі, окрім точності рекомендацій:

- **Різноманітність.** Забезпечення широкого спектру рекомендацій, що відповідають різним інтересам та настроям користувачів.
- **Обізнаність.** Надання пояснень щодо рекомендацій для підвищення довіри користувачів та стимулювання їхнього зворотного зв'язку.
- **Свіжість.** Регулярне оновлення рекомендацій новим контентом для підтримки інтересу користувачів.

- **Ранжування.** Оптимізація порядку рекомендацій для покращення користувацького досвіду.

Домашня сторінка Netflix є ключовим елементом взаємодії користувача з платформою, служачи основним інтерфейсом для демонстрації рекомендаційного контенту. Ця сторінка організована у вигляді горизонтальних рядків відео, кожен з яких має свій унікальний заголовок, наприклад, «Нові релізи» або «Продовжуйте переглядати». Персоналізація домашньої сторінки здійснюється на декількох рівнях, забезпечуючи високий рівень релевантності та залученості користувачів.

По-перше, система визначає, які саме рядки будуть відображатися на домашній сторінці конкретного користувача. Це здійснюється шляхом аналізу його історії переглядів, оцінок, пошукових запитів та інших поведінкових даних. Наприклад, якщо користувач часто переглядає науково-фантастичні серіали, система може додати рядок «Подібні на ваші вподобання» з відповідним контентом. Крім того, заголовки рядків не лише відображають тип контенту, але й пояснюють, чому саме ці відео були вибрані, наприклад, «Через те, що ви переглядали X».

По-друге, алгоритми Netflix працюють над тим, щоб оптимально розташувати відео в кожному рядку. Це включає ранжування контенту за його ймовірністю зацікавити користувача, що базується на складних моделях машинного навчання. Наприклад, у рядку «Нові релізи» перші позиції можуть займати найсвіжіші та найпопулярніші новинки, тоді як у більш персоналізованих рядках, таких як «Рекомендовані для вас», контент підбирається з урахуванням індивідуальних смаків користувача.

Крім того, система забезпечує динамічну адаптацію домашньої сторінки в реальному часі, враховуючи поточні взаємодії користувача з платформою. Якщо користувач активно переглядає певний жанр або категорію контенту, алгоритми можуть негайно відобразити більше схожих відео або створити нові рядки, які відображають ці інтереси. Це дозволяє підтримувати високий рівень залученості та зменшувати ймовірність відмови від підписки.

Важливою складовою є баланс між релевантністю та різноманітністю рекомендацій. Netflix прагне уникнути ситуацій, коли користувач бачить лише однорідний контент, що може призвести до втрати інтересу. Для цього алгоритми включають механізми, які забезпечують різноманіття рекомендованих відео, враховуючи різні жанри, теми та формати, що дозволяє користувачу відкривати для себе новий контент без втрати індивідуальної релевантності.

Технічно, персоналізована домашня сторінка Netflix ґрунтується на комплексній інфраструктурі даних та моделей машинного навчання. Використовуючи великі обсяги даних про користувачів і їхню поведінку, системи здатні передбачати та адаптувати рекомендації з високою точністю. Наприклад, нейронні мережі можуть аналізувати складні патерни взаємодій користувачів з контентом, визначаючи не лише їхні поточні вподобання, але й потенційні інтереси на основі схожих профілів інших користувачів.

Netflix використовує як правило-орієнтовані, так і машинно-навчені підходи для генерації рекомендацій:

- **Правила та ранжування.** Початково використовувались шаблони для організації контенту, що забезпечувало базову персоналізацію. Згодом впроваджено підхід ранжування рядків як елементів у загальній системі рекомендацій.
- **Машинне навчання.** Використовуються ML-моделі для навчання функцій корисності на основі історичних даних, що дозволяє покращити релевантність рекомендацій.

Netflix використовує персоналізовані зображення обкладинок для фільмів та серіалів, щоб привабити користувачів. Наприклад, для фільму «Good Will Hunting» система може вибрати зображення з Маттом Демоном та Мінні Драйвер для романтичних користувачів або з Робіном Вільямсом для фанатів комедій. Це дозволяє користувачам швидше знаходити контент, який їх цікавить, на основі візуальної привабливості обкладинок.

Для оцінки ефективності рекомендаційних алгоритмів Netflix використовуються метрики, такі як Recall, яка вимірює релевантність контенту в

перших М рядках та N стовпцях домашньої сторінки. Також застосовується метод «replay» для офлайн-оцінки алгоритмів та A/B тестування для порівняння нових моделей з поточними.

Netflix забезпечує два основні випадки використання пошуку:

- **Fetch.** Користувачі мають конкретний намір знайти певний заголовок, тому результати повинні бути максимально релевантними.
- **Explore.** Користувачі здійснюють широкі пошуки за жанром, актором тощо, тому результати повинні бути більш персоналізованими та відповідати їхнім інтересам.

Для цього Netflix використовує глибокі нейронні мережі, які враховують контекстні, заголовкові та взаємодіючі ознаки для ранжування результатів пошуку.

Основна функція рекомендаційних систем полягає у зниженні інформаційного перевантаження, покращенні досвіду користувачів та спрямуванні їх до прийняття рішень, які задовольняють індивідуальні потреби та уподобання. Підвищення рівня задоволеності користувачів безпосередньо пов'язане з покращенням показників конверсії, оскільки рекомендаційні системи сприяють підвищенню імовірності здійснення покупки, а також підвищенню тривалості та якості взаємодії з платформою.

Ефективність рекомендаційних систем (РС) залежить від збалансованості таких характеристик, як точність (accuracy) та різноманітність (diversity) рекомендацій, кожна з яких по-різному впливає на задоволеність користувачів, залежно від їхньої мети покупок.

Конверсія в електронній комерції визначається як відсоток користувачів, що здійснили цільову дію, наприклад, купівлю товару. Рекомендаційні системи сприяють підвищенню цього показника через створення індивідуальних рекомендацій, що базуються на аналізі поведінкових даних користувача, таких як попередні покупки, історія переглядів або демографічні характеристики. Підвищення конверсії можна оцінити через метрики, що вимірюють обсяги

продажів, кількість кліків на рекомендовані продукти та частоту повторних покупок.

Ефективність таких систем можна формалізувати через формулу оцінки конверсії:

$$CR = \frac{\text{Number of Conversions}}{\text{Total Number of Visits}} \times 100\%, (2.16)$$

де CR — коефіцієнт конверсії. Рекомендаційні системи дозволяють підвищити цей показник шляхом точних та доречних пропозицій, що відповідають інтересам користувача.

Точність у рекомендаційних системах визначається здатністю системи пропонувати продукти, що максимально відповідають індивідуальним вподобанням користувачів. Висока точність допомагає користувачам швидше знаходити бажані товари, що особливо важливо для користувачів із чіткою метою покупок (*goal-directed users*). Наприклад, якщо користувач прагне придбати конкретну модель камери, система, яка рекомендує саме цю модель або дуже схожі, забезпечує так зване «відчуття правильності» (*feeling right*) — позитивну емоційну реакцію, яка підвищує задоволеність від процесу покупки. Ця позитивна відповідність допомагає зменшити інформаційне навантаження та забезпечити комфорт користувача, що сприяє підвищенню рівня задоволеності і, відповідно, конверсії.

Однак надмірна точність може створити обмеження, відоме як ефект «фільтрової бульбашки» (*filter bubble*), коли користувачі отримують вузько спрямовані пропозиції на основі вже відомих уподобань. Це обмежує користувачів у відкритті нових продуктів і може негативно вплинути на досвід покупок. Фіiltroва бульбашка може особливо викликати роздратування у користувачів, які шукають різноманіття або нові враження, оскільки їм здається, що їхні можливості вибору обмежені та їхні переваги ігноруються. Таким чином, надмірна точність іноді може знижувати задоволеність користувачів, особливо у випадках, коли вони налаштовані на дослідницький тип шопінгу [38, 39].

Різноманітність у рекомендаційних системах передбачає включення в пропозиції продуктів із різних категорій або характеристик, що виходять за межі раніше виявлених інтересів користувача. Це важливо для користувачів з нечіткою метою (*exploratory users*), які схильні шукати різноманіття, щоб дослідити нові категорії товарів і зробити свій вибір на основі ширшого контексту. Висока різноманітність у рекомендаціях допомагає запобігти явищу «схожості» (*similarity hole*), коли користувачі отримують повторювані пропозиції, які можуть стати для них нудними та незадовільними. У такому випадку, різноманітні рекомендації стимулюють дослідження та підвищують зацікавленість користувача, сприяючи збільшенню його задоволеності процесом взаємодії з платформою.

Однак, як і у випадку з точністю, надмірна різноманітність також може мати зворотний ефект, особливо для користувачів із чіткими намірами. Якщо рекомендаційна система надто різноманітна і не забезпечує точних пропозицій, такі користувачі можуть відчувати «психологічний спротив» (*psychological reactance*), оскільки система не відповідає їхнім очікуванням і надає занадто широкий вибір. Це може знизити задоволеність користувача через почуття роздратування та відчуття втрати контролю над процесом вибору.

2.3. Оптимізація логістики та управління запасами

Завдяки розвитку машинного навчання (ML) та обробці великих даних (Big Data), сучасні методи прогнозування попиту використовують потужні алгоритми, які значно перевершують традиційні підходи. Статистичні методи, такі як ARIMA та експоненціальне згладжування, хоча й широко застосовувалися у прогнозуванні, обмежені в обробці динамічних і змінних даних, що актуально для сучасних логістичних систем. Натомість ІІІ-методи дозволяють обробляти велику кількість факторів одночасно, що підвищує адаптивність і точність

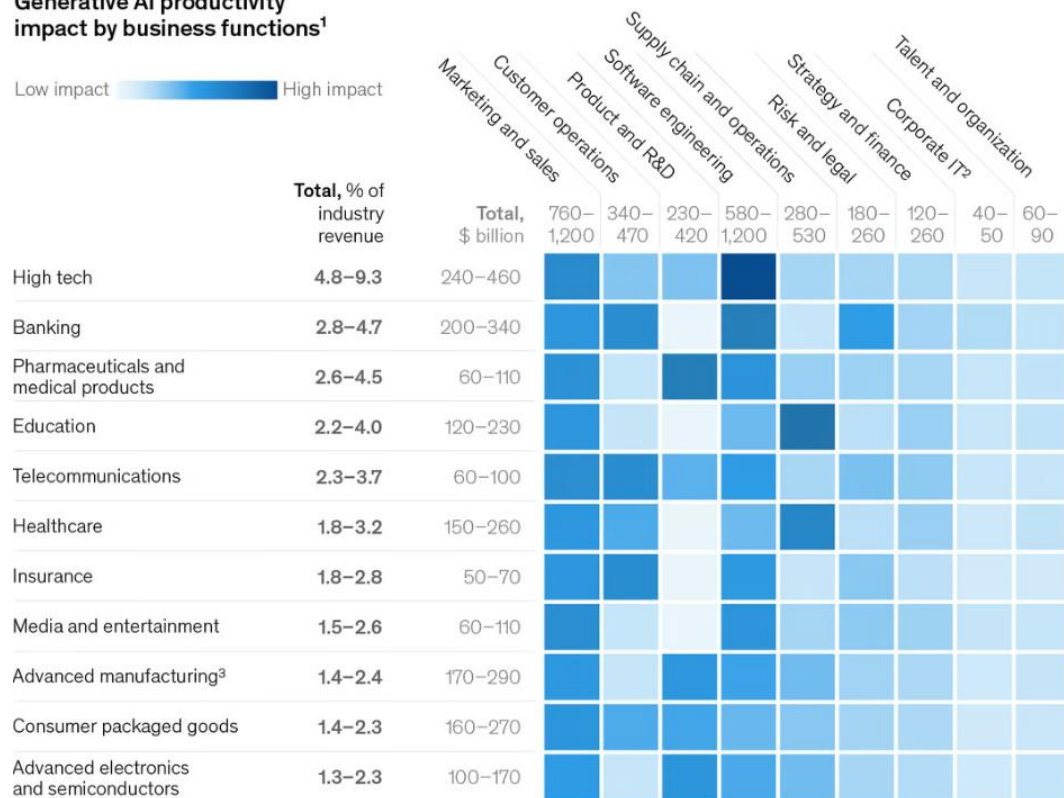
прогнозів. Застосування нейронних мереж, глибокого навчання та методів класифікації дозволяє гнучко реагувати на коливання попиту, враховуючи такі фактори, як сезонність, макроекономічні показники та поведінкові патерни клієнтів.

ШІ-інструменти забезпечують гнучке управління запасами у режимі реального часу. Вони можуть враховувати зміни у попиті, а також внутрішні й зовнішні фактори, що впливають на запас, такі як коливання цін або зміни у транспортуванні. Наприклад, прогнозування попиту за допомогою ШІ дозволяє автоматично коригувати обсяги закупівель, підтримуючи оптимальний рівень запасів, що знижує ризик дефіциту або надмірного накопичення продукції. Автоматизація на основі ШІ забезпечує економію часу і ресурсів для підприємств, дозволяючи керівникам зосередитися на стратегічному плануванні та вдосконаленні інших бізнес-процесів.

Впровадження генеративного штучного інтелекту (ШІ) має значний економічний потенціал, що підтверджується дослідженням McKinsey. За оцінками аналітиків, ШІ може додати до глобальної економіки від \$2,6 трильйонів до \$4,4 трильйонів щорічно, що еквівалентно збільшенню ВВП окремих країн на 15-40%. Основні економічні вигоди включають підвищення продуктивності праці, оптимізацію операційних процесів та значне зниження витрат. Наприклад, у банківській сфері ШІ може принести додаткові \$200–340 млрд щорічно, а в роздрібній торгівлі та виробництві товарів широкого вжитку потенційний вплив становить \$400–660 млрд на рік. Крім того, автоматизація за допомогою ШІ дозволяє підприємствам зменшити операційні витрати на 20-30%, підвищити прибутковість на 15-40% та створити нові можливості для розвитку бізнесу. Інвестиції у ШІ також сприяють підвищенню конкурентоспроможності компаній, забезпечуючи їм можливість ефективніше реагувати на зміни ринкових умов та потреб споживачів.

Generative AI productivity impact by business functions¹

Low impact  High impact



Note: Figures may not sum to 100%, because of rounding. ¹Excludes implementation costs (eg, training, licenses). ²Excluding software engineering. ³Includes aerospace, defense, and auto manufacturing. ⁴Including auto retail. Source: Comparative Industry Service (CIS), IHS Markit; Oxford Economics; McKinsey Corporate and Business Functions database; McKinsey Manufacturing and Supply Chain 360; McKinsey Sales Navigator; Ignite, a McKinsey database; McKinsey analysis

McKinsey & Company

Рисунок 2.2 – Вплив генеративного ШІ*

*Джерело: розроблено автором на основі [53]

ШІ-інструменти забезпечують гнучке управління запасами у режимі реального часу. Вони можуть враховувати зміни у попиту, а також внутрішні й зовнішні фактори, що впливають на запас, такі як коливання цін або зміни у транспортуванні. Наприклад, прогнозування попиту за допомогою ШІ дозволяє автоматично коригувати обсяги закупівель, підтримуючи оптимальний рівень запасів, що знижує ризик дефіциту або надмірного накопичення продукції. Автоматизація на основі ШІ забезпечує економію часу і ресурсів для підприємств, дозволяючи керівникам зосередитися на стратегічному плануванні та вдосконаленні інших бізнес-процесів.

Додатково, дослідження McKinsey вказують на те, що інтеграція ШІ з технологіями інтернету речей (IoT) може суттєво підвищити ефективність управління запасами та логістикою. Це забезпечує доступ до даних у реальному часі, дозволяючи підприємствам швидко реагувати на зміни ринку та

оптимізувати операційні процеси. Наприклад, підприємства, які впровадили цю інтеграцію, змогли знизити витрати на зберігання на 25% та зменшити втрати від застарілих запасів на 30%, що свідчить про значний економічний ефект від використання ІІ у поєднанні з ІоТ.

Ринок штучного інтелекту у логістиці демонструє стрімке зростання. У 2023 році глобальний розмір цього ринку становив 12,24 мільярда доларів, з прогнозованим зростанням до 17,96 мільярда доларів у 2024 році та до 565,82 мільярда доларів до 2033 року, з річним середнім темпом зростання (CAGR) 46,72% у період з 2024 по 2033 роки. Цей значний ріст зумовлений активними інноваціями у логістичних секторах по всьому світу, що сприяє впровадженню ІІ для оптимізації процесів управління та транспортування товарів.

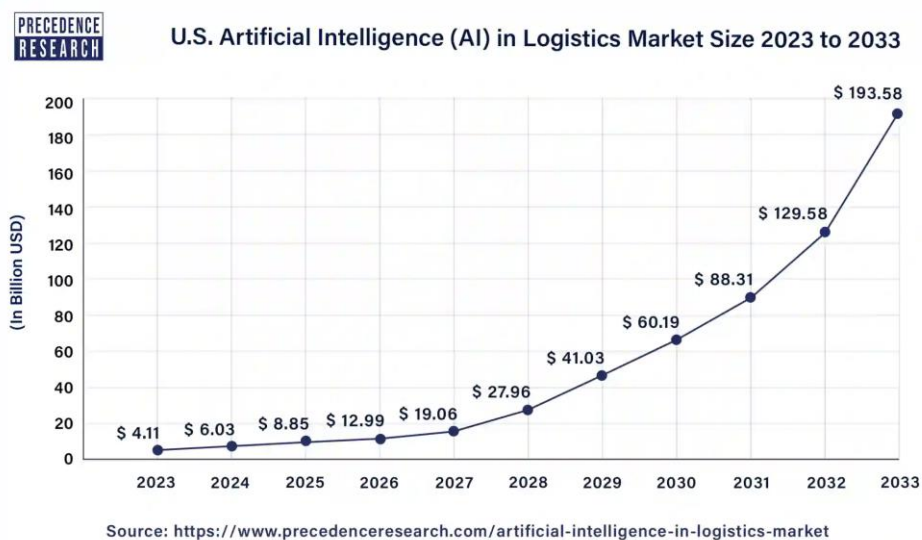


Рисунок 2.3 – Зростання ринку логістики зарахунок штучного інтелекту*

*Джерело: розроблено автором на основі [53]

Північна Америка лідирує на ринку ІІ в логістиці, досягнувши розміру 5,14 мільярда доларів у 2023 році, з прогнозованим зростанням до близько 240,47 мільярда доларів до 2033 року, при CAGR 46,89%. Цей регіон забезпечив найбільшу частку доходу у розмірі 42% у 2023 році, завдяки активним урядовим ініціативам у США, Канаді та Мексиці щодо розвитку інфраструктури ІІ. Наприклад, у травні 2023 року Національний фонд науки США оголосив про інвестиції у розмірі 140 мільйонів доларів на створення семи національних

дослідницьких інститутів ШІ, що сприятимуть розвитку досліджень та створенню кваліфікованої кадри у сфері ШІ.

Азіатсько-Тихоокеанський регіон очікується найшвидше зростати протягом прогнозованого періоду. Зростання цього регіону стимулюється розвитком науково-технічних інновацій у таких країнах, як Індія, Китай, Південна Корея та Японія, а також зростаючим інтересом як з боку державного, так і приватного секторів до розробки та дослідження індустрії ШІ. Наприклад, у березні 2024 року Alibaba Cloud запустила EasyDispatch у Малайзії, AI-рішення для покращення продуктивності логістичної індустрії в регіоні Азіатсько-Тихоокеанського регіону.

Глобальне зростання ринку ШІ в логістиці також обумовлено широким застосуванням технологій машинного навчання, що у 2023 році зайняли 47% ринку. Розвиток інтернету речей (IoT) та зростання потреби в системах безпеки в логістичному секторі додатково підсилюють цей тренд. Наприклад, у січні 2024 року Accenture уклала партнерство з Muji, щоб використати машинне навчання та ШІ для підвищення ефективності управління даними в логістичних та виробничих галузях.

Зростання ринку ШІ в логістиці також стимулюється впровадженням автономних транспортних засобів, автоматизацією замовлень та процесів, а також застосуванням контекстуально-усвідомлених обчислювальних систем. Наприклад, у травні 2024 року Volvo розпочала співпрацю з Aurora для запуску автономного вантажівки Volvo VNL, що зміцнює логістичний сектор. У лютому 2024 року ArcBest запустила автономний вилковий навантажувач Vaux Smart Autonomy, який допомагає оптимізувати логістичні процеси на складах.

Впровадження ШІ в управління запасами також передбачає використання технологій інтернету речей (IoT), які забезпечують доступ до даних у реальному часі. Це дозволяє контролювати зміни у рівні запасів безпосередньо на складах та в інших точках зберігання, що сприяє більш оперативному управлінню. Використання моделей прогнозування на базі ШІ допомагає формувати стратегії динамічного поповнення запасів та мінімізації витрат на зберігання продукції,

забезпечуючи вчасне поповнення запасів з урахуванням поточного попиту. Система ІІІ автоматично визначає, коли і скільки товару необхідно доставити, що підвищує ефективність всієї логістичної мережі [35, 36].

Незважаючи на численні переваги, впровадження ІІІ в управління запасами стикається з певними викликами, такими як потреба в значних інвестиціях у технології та навчання персоналу, а також вимоги до кібербезпеки для захисту даних. Динамічний характер ринкового середовища і потреба в адаптації до швидко мінливих умов також додають складності. Однак дослідження показують, що успішне впровадження інтегрованих систем ІІІ забезпечує значний приріст у ефективності управління запасами та підвищує конкурентоспроможність на ринку, особливо у секторах, що відчувають сильні сезонні коливання або змінний попит.

ІІІ забезпечує оптимізацію маршрутів, що дозволяє моделювати та прогнозувати оптимальні шляхи для доставки. Алгоритми глибокого навчання можуть аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, що сприяє адаптації маршрутів залежно від поточних змін у дорожній ситуації. Це, у свою чергу, зменшує час у дорозі, підвищує швидкість доставки і знижує витрати на паливо та інші експлуатаційні витрати. Сучасні інтелектуальні транспортні системи (ІТС), що базуються на ІІІ, забезпечують не лише ефективність, але й екологічну відповідальність компаній. Застосування ІТС дозволяє знижувати споживання палива шляхом вибору найкоротших та найменш навантажених маршрутів. Це, в свою чергу, зменшує викиди вуглецю, що є важливим фактором для підприємств, які прагнуть зменшити свій екологічний слід і дотримуватись вимог щодо екологічної відповідності [27].

Завдяки ІІІ транспортні компанії можуть використовувати прогностичні моделі, які дозволяють швидко оцінювати альтернативні маршрути на основі часу доби, прогнозів погоди, обсягів руху на дорогах та інших змінних. В умовах сучасного ринку, де клієнти очікують швидкої та надійної доставки, така адаптивність стає ключовою перевагою для компаній. Наприклад, для мереж роздрібної торгівлі оптимізація транспортних маршрутів забезпечує вчасну

доставку товарів до магазинів та кінцевих споживачів, зменшуючи ймовірність затримок та витрат на утримання запасів у проміжних точках.

III також дозволяє впроваджувати динамічні системи моніторингу, які забезпечують видимість всього процесу доставки у режимі реального часу. Це включає не лише контроль за місцезнаходженням транспортних засобів, але й аналіз їхньої ефективності, оцінку витрат на кожен маршрут та можливість миттєвого реагування на будь-які зміни, що можуть виникнути в процесі перевезення. Такі системи створюють можливості для оперативного перенаправлення транспортних засобів у разі аварій, погодних аномалій або інших затримок на маршруті, що допомагає уникнути незапланованих витрат.

У сучасних умовах підвищеного попиту на швидкі та точні послуги зберігання й обробки замовлень автоматизація складських процесів стає ключовою умовою конкурентоздатності підприємств. Згідно з дослідженнями, автоматизація складів забезпечує безперервність роботи, знижує витрати, підвищує точність обробки даних і покращує обслуговування клієнтів, що особливо важливо для компаній, які обслуговують великі потоки товарів

RFID є однією з найбільш передових технологій для автоматизації складських операцій. Використання радіочастотної ідентифікації дає можливість не тільки здійснювати миттєвий облік товарів, але й автоматично відстежувати їх місцезнаходження та стан у реальному часі. Ключовою перевагою RFID є можливість зчитування інформації з міток без прямої видимості, на відміну від штрихкодів, що значно прискорює процеси інвентаризації, прийому та відвантаження товарів. RFID також забезпечує точність і швидкість в управлінні складськими запасами, дозволяючи виявляти проблеми в ланцюгу поставок, як-от розкрадання або пошкодження товарів. Завдяки цьому підприємства можуть оптимізувати витрати на складування та зменшити втрати, пов'язані з помилками ідентифікації.

Система **Pick by Voice** забезпечує безперервний процес відбору та переміщення товарів за допомогою голосових команд. Це інноваційне рішення дозволяє працівникам бути більш мобільними, адже для роботи з Pick by Voice не

потрібно зупинятися для перегляду інформації на екрані або введення даних у пристрій. Оператори отримують інструкції через голосові підказки, що значно підвищує швидкість виконання завдань і знижує ймовірність помилок [28].

Дослідження показали, що впровадження Pick by Voice у складські процеси дозволяє збільшити продуктивність на 15-30% та знизити час навчання нових працівників. Ця технологія особливо корисна для великих складів з високою кількістю товарів та швидким обігом, де ефективність виконання завдань є критичною для підтримки якості обслуговування.

Впровадження блокчейн-технологій додає ще один рівень прозорості та безпеки для управління ланцюгом постачань. Ця технологія дозволяє автоматично відстежувати походження та переміщення товарів у режимі реального часу. Блокчейн забезпечує прозорість усіх операцій та дозволяє уникати підробок, оскільки записи про кожну транзакцію є незмінними і доступними для всіх учасників мережі. Використання блокчейну також спрощує обробку гарантійних зобов'язань, оскільки необхідна інформація автоматично зберігається і доступна у будь-який момент [40, 41].

Додатковим важливим елементом автоматизації складів є роботизація. Роботи можуть виконувати рутинні і важкі завдання, такі як переміщення великих або важких товарів, що зменшує навантаження на працівників та забезпечує більш швидке і безпечне виконання складських операцій. Крім того, роботизація сприяє мінімізації впливу людського фактору, що покращує точність обліку та знижує операційні витрати на оплату праці [42].

Отже, оптимізація бізнес-процесів за допомогою штучного інтелекту забезпечує суттєві переваги для електронної комерції. Сучасні алгоритми підвищують точність прогнозування попиту, що сприяє ефективному управлінню запасами та логістикою. Використання автоматизованих систем дозволяє знижувати витрати, мінімізувати ризики дефіциту або надлишків, а також покращувати обслуговування клієнтів. Інноваційні технології, такі як IoT та блокчейн, забезпечують прозорість і гнучкість у ланцюгу постачань. Незважаючи

на виклики впровадження, інтеграція ІІІ сприяє підвищенню конкурентоспроможності компаній у динамічних ринкових умовах.

РОЗДІЛ 3: ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ШІ У ЕЛЕКТРОННІЙ КОМЕРЦІЇ

3.1. Опис і аналіз обраних даних для створення рекомендаційної системи

У даному дослідженні ми використовуємо великий набір даних відгуків з Amazon, зібраний у 2023 році лабораторією McAuley Lab. Цей датасет є одним із найбільш повних та актуальних ресурсів для аналізу поведінки споживачів в електронній комерції. Він охоплює період з травня 1996 до вересня 2023 року, що дозволяє простежити довгострокові тенденції та зміни у вподобаннях користувачів.

Датасет містить детальну інформацію про відгуки користувачів, включаючи рейтинги, текстові коментарі та кількість голосів за корисність кожного відгуку. Це надає можливість не лише оцінити загальне ставлення до товарів, але й визначити, які відгуки мають найбільший вплив на інших користувачів. Така інформація є цінною для розуміння того, як соціальні аспекти впливають на прийняття рішень про покупку (Рисунок 3.1).

```

.....
{
  "sort_timestamp": 1634275259292,
  "rating": 3.0,
  "helpful_votes": 0,
  "title": "Meh",
  "text": "These were lightweight and soft but much too small for my liking. I would have preferred
two of these together to make one loc. For that reason I will not be repurchasing.",
  "images": [
    {
      "small_image_url": "https://m.media-amazon.com/images/I/81FN4c0VHzL._SL256_.jpg",
      "medium_image_url": "https://m.media-amazon.com/images/I/81FN4c0VHzL._SL800_.jpg",
      "large_image_url": "https://m.media-amazon.com/images/I/81FN4c0VHzL._SL1600_.jpg",
      "attachment_type": "IMAGE"
    }
  ],
  "asin": "B088SZDGXG",
  "verified_purchase": true,
  "parent_asin": "B08BBQ29N5",
  "user_id": "AEYORY2AVPMCPDV57CE337YU5LXA"
}
.....

```

Рисунок 3.1 – Приклад спостережень з датасету*

**Джерело розроблено автором на основі [54]*

Метадані товарів у датасеті містять вичерпні описи, інформацію про ціни, зображення та інші релевантні деталі. Це дозволяє глибше зануритися в характеристики кожного продукту та зрозуміти, які особливості товарів найбільше приваблюють споживачів. Наприклад, наявність високоякісних зображень або детальних описів може впливати на рішення користувача придбати товар (Рисунок 3.2).

```

.....
{
  "main_category": "All Beauty",
  "title": "Lurrose 100Pcs Full Cover Fake Toenails Artificial Transparent Nail Tips Nail Art for DIY",
  "average_rating": 3.7,
  "rating_number": 35,
  "features": [
    "The false toenails are durable with perfect length. You have the option to wear them long or clip them short, easy to trim and file them to in any length and shape you like.",
    "ABS is kind of green enviromental material, and makes the nails durable, breathable, light even no pressure on your own nails.",
    "Fit well to your natural toenails. Non toxic, no smell, no harm to your health.",
    "Wonderful as gift for girlfriend, family and friends.",
    "The easiest and most efficient way to do your toenail tips for manicures or nail art designs. It's fashion, creative, a useful accessory brighten up your look, also as a gift."
  ],
  "description": [
    "Description",
    "The false toenails are durable with perfect length. You have the option to wear them long or clip them short, easy to trim and file them to in any length and shape you like. Plus, ABS is kind of green enviromental material, and makes the nails durable, breathable, light even no pressure on your own toenails. Fit well to your natural toenails. Non toxic, no smell, no harm to your health.",
    "Feature",
    "- Color: As Shown.- Material: ABS.- Size: 14.3 x 7.2 x 1cm.",
    "Package Including",
    "100 x Pieces fake toenails"
  ],
  "price": 6.99,
  "images": [
    {
      "hi_res": "https://m.media-amazon.com/images/I/41a15j7Q20L._SL1005_.jpg",
      "thumb": "https://m.media-amazon.com/images/I/31d1Cd7tHSL._SS40_.jpg",
      "large": "https://m.media-amazon.com/images/I/31d1Cd7tHSL.jpg",
      "variant": "MAIN"
    },
    {
      "hi_res": "https://m.media-amazon.com/images/I/510BWq7095L._SL1005_.jpg",
      "thumb": "https://m.media-amazon.com/images/I/31sLajrdHOL._SS40_.jpg",
      "large": "https://m.media-amazon.com/images/I/31sLajrdHOL.jpg",
      "variant": "PT01"
    },
    .....
  ],
}

```

Рисунок 3.2 – Приклад метаданих для спостережень з датасету*

**Джерело розроблено автором на основі [54]*

Крім того, датасет включає зв'язки між користувачами та товарами, а також інформацію про товари, які часто купуються разом. Це дозволяє побудувати графи взаємодії «користувач-товар» і аналізувати патерни покупок. Такі дані є критично важливими для розробки рекомендаційних систем, оскільки вони відображають приховані зв'язки та асоціації між різними товарами та вподобаннями користувачів.

У цьому дослідженні використовується великий набір даних відгуків з Amazon, що містить **494,121** відгук користувачів про товари в категорії «Health &

Personal Care». Метадані містять інформацію про **60,293** товарів, що дозволяє детально проаналізувати асортимент та характеристики продукції в цій галузі.

Кількість унікальних користувачів, які залишили відгуки, становить **461,656**. Це свідчить про широкий спектр споживачів, чиї вподобання та поведінку можна вивчати для побудови рекомендаційної системи. Середня кількість відгуків на одного користувача складає **1.07**, що означає, що більшість користувачів залишили лише один відгук. Проте існує значна група з **22,946** користувачів, які залишили більше одного відгуку, що дозволяє більш глибоко аналізувати їхні споживчі патерни та лояльність до товарів.

Усі товари в датасеті належать до категорії «Health & Personal Care». Це сприяє фокусуванню дослідження на специфічних особливостях цієї галузі, що важливо для точності та релевантності рекомендацій. Відсутність інших категорій спрощує аналіз, оскільки немає необхідності враховувати різноманітність міжгалузевих особливостей (Рисунок 3.3).

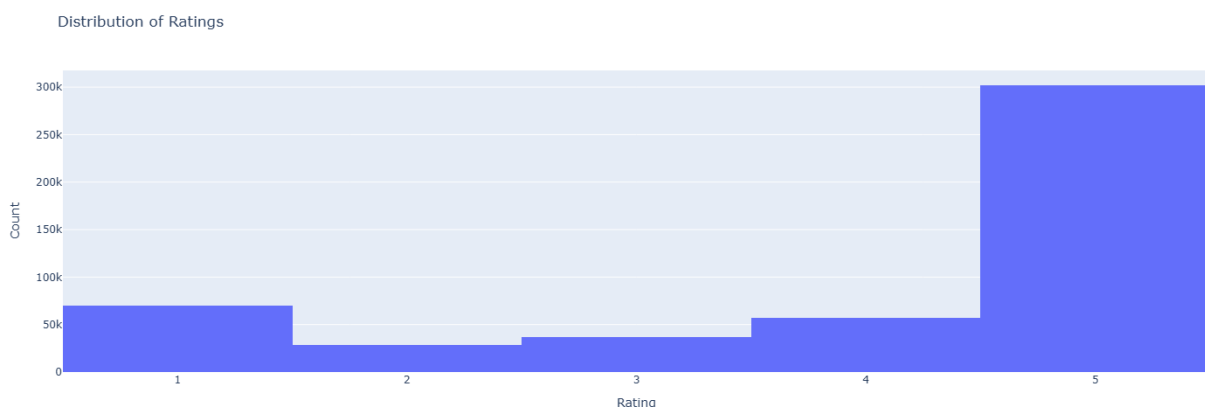


Рисунок 3.3 – Розподіл рейтингів у датасеті Amazon C4*

*Джерело розроблено автором на основі [54]

Аналіз розподілу рейтингів показує, що переважна більшість відгуків є позитивними. Рейтинг **5** отримали **301,713** відгуків, що свідчить про високу задоволеність клієнтів товарами. Рейтинги з оцінками **4** та **3** мають **57,000** та **36,949** відгуків відповідно, що також вказує на загалом позитивне сприйняття продукції. Негативні рейтинги **2** та **1** становлять **28,895** та **69,564** відгуків відповідно. Такий дисбаланс у бік високих оцінок може бути пов'язаний з тим,

що задоволені клієнти частіше залишають відгуки або що якість товарів у цій категорії дійсно висока (рис. 3.4).

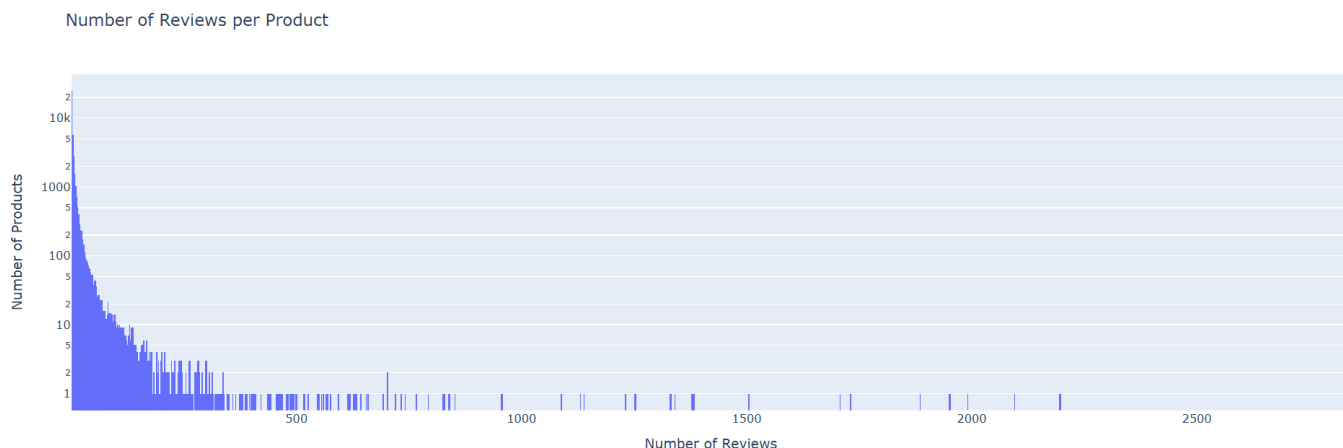


Рисунок 3.4 – Співзалежність кількості продуктів та кількості оглядів до них^{*}

**Джерело розроблено автором на основі [54]*

Рисунок 3.4 показує розподіл кількості відгуків на продукт у датасеті Amazon Reviews. По осі X відображається кількість відгуків на продукт, а по осі Y – кількість продуктів, що мають відповідну кількість відгуків. Графік має логарифмічний масштаб по осі Y, що дозволяє краще візуалізувати великий діапазон значень. Згідно з графіком, більшість продуктів мають невелику кількість відгуків, а кількість продуктів, які мають більше відгуків, різко зменшується. Найпоширенішим є випадок, коли продукт має один або кілька відгуків, і тільки деякі продукти мають сотні чи тисячі відгуків. На графіку також можна помітити окремі випадки з більш ніж 2000 відгуками, але таких продуктів дуже мало. Це свідчить про довгохвостий розподіл: невелика кількість продуктів отримує дуже багато відгуків, тоді як більшість продуктів мають лише кілька. Такий розподіл є типовим для e-commerce даних, де популярні товари отримують значно більше уваги, ніж менш популярні.

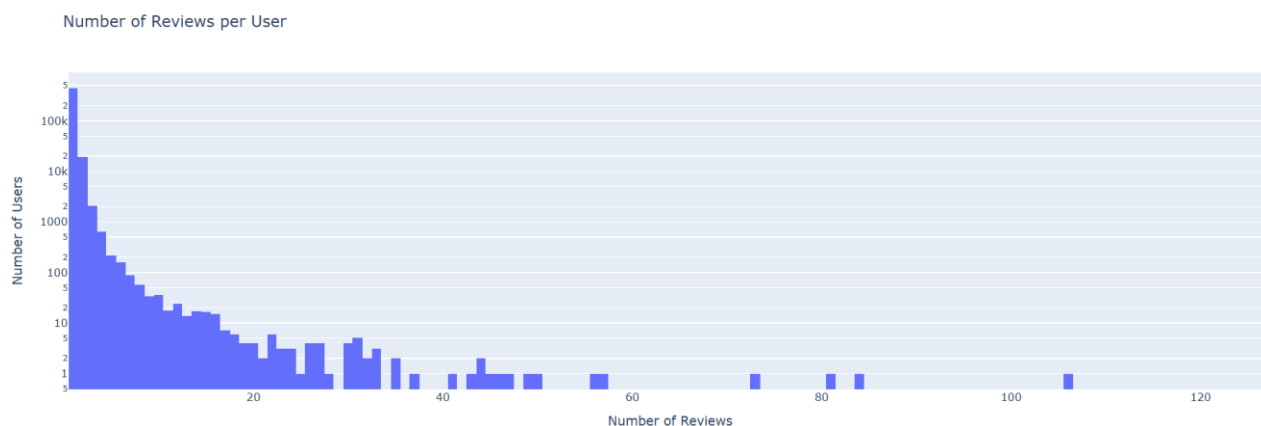


Рисунок 3.5 – Залежність к-сті відгуків від користувачів*

**Джерело розроблено автором на основі [54]*

Рисунок 3.5 показує розподіл кількості відгуків, залишених користувачами, в датасеті Amazon Reviews. По осі X відображається кількість відгуків, залишених одним користувачем, а по осі Y – кількість користувачів, які залишили відповідну кількість відгуків. Як і в попередньому графіку, застосовується логарифмічний масштаб по осі Y, що полегшує візуалізацію розподілу для великих значень. З графіка видно, що більшість користувачів залишають лише один відгук, і кількість користувачів, які залишають більше відгуків, зменшується експоненціально. Переважна більшість користувачів обмежується до 5-10 відгуків. Лише невелика кількість користувачів активно залишає більше 20 відгуків, і одиничні користувачі можуть мати навіть понад 100 відгуків. Цей розподіл також є довгохвостим, що свідчить про те, що основну масу відгуків у датасеті складають користувачі з низькою активністю (1-2 відгуки), тоді як невелика кількість дуже активних користувачів залишає значно більшу кількість відгуків. Це типова ситуація для платформ з відгуками, де основний обсяг контенту формується великою кількістю малопомітних користувачів, тоді як невелика група користувачів є більш активною.

Текстовий аналіз відгуків виявив, що найчастіше вживаними словами є «great», «like», «product», «use», «one», «good», «love», «would», «get» та «really». Це підкреслює тенденцію користувачів до висловлення позитивних вражень та рекомендацій. Такі слова відображають загальне задоволення від використання продуктів та їхню корисність у повсякденному житті.

Перевірка наявності пропущених значень у ключових полях показала відсутність пропусків у полях «rating», «user_id» та «asin» у відгуках, а також у «parent_asin», «title» та «m3In_category» у метаданих. Це свідчить про високу якість та повноту даних, що є важливим для достовірності аналізу та побудови моделі.

Аналіз активності користувачів виявив, що найбільш активні користувачі залишили від 66 до 116 відгуків кожен. Наприклад, користувач з ідентифікатором AFKZESU3PTCQ2UVDBDSFVFTXBFNQ_1 залишив 116 відгуків, усі в категорії «Health & Personal Care». Це може вказувати на високий рівень залученості та експертності цих користувачів, що може бути корисним для виявлення впливових осіб у спільноті споживачів (рис. 3.6).

Dataset	#Items	#Users	#Interactions
Netflix (Bennett et al., 2007)	17,770	480,189	100,480,507
Tmall	2,353,207	963,923	44,528,127
Amazon'18 (Ni et al., 2019)	15,167,257	43,531,850	233,055,327
Google Local (Yan et al., 2023)	4,963,111	113,643,107	666,324,103
Tenrec (Yuan et al., 2022)	3,753,436	5,022,750	142,321,193
MicroLens (Ni et al., 2023)	1,142,528	34,492,051	1,006,528,709
AMAZON REVIEWS 2023	48,185,153	54,514,264	571,544,897

Рисунок 3.6 – Статистика даних використаних для моделі BLAIR*

*Джерело розроблено автором на основі [43]

Щодо дослідників, які працювали над цим датасетом, то вони проводили дослідження з побудови зовсім іншої моделі, яка набагато краще працює з функцією рекомендаційних системи з використанням генеративного штучного інтелекту і це модель BLAIR (Bridging Language and Items for Retrieval and Recommendation), яка ґрунтується на техніці контрастивного навчання, яка є ключовим підходом для створення спільних представлень між мовними контекстами відгуків користувачів та метаданими товарів. Контрастивне навчання використовується для вирівнювання ембеддінгів текстових відгуків з описами товарів у спільному багатовимірному просторі, що забезпечує їх близьке розташування і дозволяє моделі ефективно обробляти складні мовні запити та точно ідентифікувати релевантні товари[43].

Під час навчання BLAIR використовуються позитивні та негативні пари «контекст товару – метадані». Позитивні пари складаються з відгуків про товар та його фактичного опису, тоді як негативні пари містять метадані випадкових товарів, не пов'язаних з відгуками. Модель оптимізується таким чином, щоб мінімізувати відстань між ембедінгами позитивних пар і збільшувати її для негативних, використовуючи спеціальну контрастивну функцію втрат. Це сприяє формуванню стійких і значущих спільних представлень для текстових контекстів та товарів, що особливо важливо при великій кількості різноманітних відгуків і метаданих (рис. 3.7).

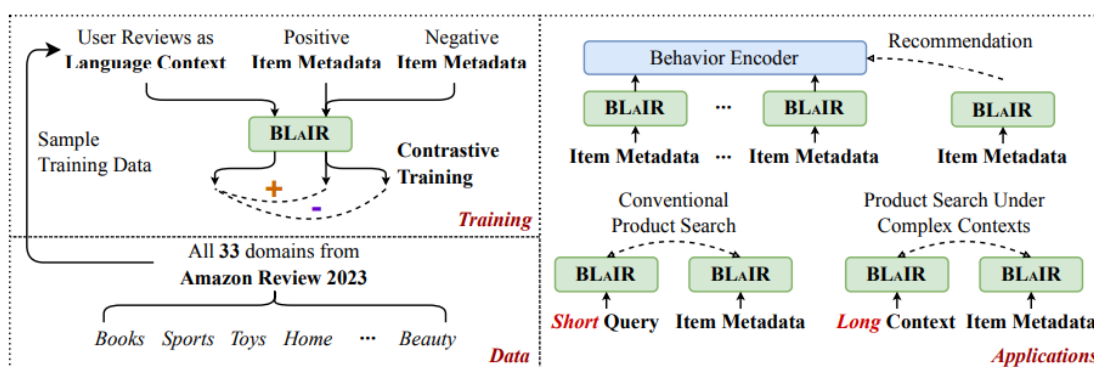


Рисунок 3.7 – Дані та приклади використання моделі*

*Джерело розроблено автором на основі [43]

Для оцінювання ефективності BLAIR вводиться завдання complex product search (пошук товарів за складними запитами), яке дозволяє моделі перевірити здатність обробляти нестандартні та комплексні мовні запити. Це завдання реалізовано за допомогою нового датасету Amazon-C4, що містить напівсинтетичні запити, згенеровані великими мовними моделями, такими як ChatGPT. Запити в Amazon-C4 відображають реалістичні, багатокomпонентні потреби користувачів, що дозволяє оцінити, наскільки добре BLAIR може інтерпретувати та відповідати на складні запити, забезпечуючи точний пошук релевантних товарів.

Процес обробки даних для BLAIR включає кілька етапів, спрямованих на підвищення точності та узагальненості моделі. Основним джерелом даних є масштабний датасет Amazon Reviews 2023, який розділено на тренувальні, валідаційні та тестові набори у співвідношенні 8:1:1. Дані очищуються від

шумових або неінформативних записів, а текст нормалізується для спрощення аналізу. Використовується метод вибірки по доменах, охоплюючи 33 різні категорії товарів, що дозволяє моделі адаптуватися до різноманітних запитів і забезпечувати високу точність рекомендацій у різних категоріях.

BLAIR демонструє переваги над традиційними методами рекомендацій завдяки спеціалізованій архітектурі, яка ефективно поєднує мовні контексти та метадані товарів у спільному векторному просторі. Використання контрастивного навчання дозволяє моделі точно співвідносити текстові описи з відповідними товарами, забезпечуючи високу здатність до узагальнення та переносу результатів у різні домени. Це робить BLAIR універсальним рішенням для складних завдань пошуку і рекомендацій у сфері електронної комерції, де важливе розуміння контексту та точність співставлення товарів з запитами користувачів.

У тестуванні на різних наборах даних, включаючи complex product search, BLAIR показує значно кращі результати, ніж традиційні методи, такі як BM25 або прості моделі на основі ключових слів. Наприклад, у завданні пошуку за складними запитами модель досягає високих показників точності, таких як NDCG@100, що свідчить про її здатність точно ранжувати результати відповідно до очікувань користувачів. Це пояснюється ефективним вирівнюванням контекстів запитів з багатозначними описами товарів, що забезпечує високий рівень узгодженості та точності рекомендацій.

Таким чином, BLAIR представляє собою інноваційний підхід у рекомендаційних системах, поєднуючи контрастивне навчання, напівсинтетичні дані та здатність адаптуватися до складних запитів. Це забезпечує високу якість інтерпретації запитів і персоналізованих рекомендацій, роблячи BLAIR перспективним рішенням для сучасних задач електронної комерції.

3.2 Вибір моделі, технології та аналіз результатів

У попередньому розділі було детально розглянуто різні підходи до побудови рекомендаційних систем, зокрема колаборативну фільтрацію, контентно-орієнтовані методи та гібридні моделі. Цей аналіз дозволив визначити найбільш підходящі стратегії для реалізації рекомендаційної системи в рамках даного дослідження. Враховуючи специфіку даних та поставлені цілі, було прийнято рішення використати метод колаборативної фільтрації з застосуванням нейронних мереж [44, 45, 46].

Model: "recommender_net_1"

Layer (type)	Output Shape	Param #
embedding_2 (Embedding)	(None, 50)	23,082,800
embedding_3 (Embedding)	(None, 50)	3,129,850
dot_1 (Dot)	(None, 1)	0

Total params: 78,637,952 (299.98 MB)
 Trainable params: 26,212,650 (99.99 MB)
 Non-trainable params: 0 (0.00 B)
 Optimizer params: 52,425,302 (199.99 MB)

Рисунок 3.8 – Архітектура власної моделі*

*Джерело розроблено автором на основі [54]

На рисунку 3.8 зображено архітектуру власної моделі рекомендаційної системи, створеної на основі методу колаборативної фільтрації з використанням нейронних мереж. Модель складається з двох шарів вбудовувань (embeddings), які представляють користувачів та товари, а також шару з обчисленням скалярного добутку (dot product) для визначення ступеня взаємозв'язку між ними.

Кожен з шарів вбудовувань, embedding_2 для користувачів та embedding_3 для товарів, генерує вектори розмірністю 50, які слугують компактним представленням користувачів і товарів у спільному просторовому контексті. Це дозволяє моделі виявляти приховані уподобання користувачів, навіть якщо про конкретний товар немає детальної інформації. Скалярний добуток між цими векторами, який обчислюється у шарі dot_1, виступає як міра подібності або релевантності товару для певного користувача [47, 48].

Загальна кількість параметрів моделі складає 78,637,952, з яких 26,212,650 є тренуваними параметрами, а решта 52,425,302 належать до параметрів оптимізатора. Така архітектура моделі є оптимальною для виявлення складних взаємозв'язків між користувачами та товарами, що сприяє точнішому формуванню рекомендацій у рамках електронної комерції.

Колаборативна фільтрація базується на аналізі взаємодій між користувачами та товарами, дозволяючи моделі виявляти приховані патерни та уподобання без необхідності глибокого розуміння контенту товарів. Для реалізації цього підходу було обрано нейронну колаборативну фільтрацію, що дозволяє моделювати складні нелінійні взаємозв'язки між користувачами та товарами шляхом навчання вбудовувань (embeddings). Цей метод є особливо ефективним при роботі з великими та розрідженими даними, характерними для рекомендаційних систем в електронній комерції.

Для реалізації моделі було використано фреймворк TensorFlow, який забезпечує потужні інструменти для побудови та навчання глибоких нейронних мереж. Архітектура моделі включає шари вбудовувань для користувачів та товарів, розмірністю 50. Вбудовування ініціалізуються за допомогою методу He Normal та регуляризуються з використанням L2-регуляризації з коефіцієнтом $1 * 10^{-6}$. Це сприяє стабільності навчання та запобігає перенавчанню моделі.

Математично, модель можна описати наступним чином. Кожен користувач u та товар i представлені векторами $P_u \in \mathbb{R}^{50}$ та $Q_i \in \mathbb{R}^{50}$ відповідно. Прогнозований рейтинг $\widehat{r}_{ui}$ між користувачем та товаром обчислюється як скалярний добуток їхніх векторів:

$$\widehat{r}_{ui} = P_u^T Q_i, (3.1)$$

Цей підхід дозволяє моделі навчитися прихованим факторам, що впливають на взаємодію між користувачами та товарами. Функція втрат, яка використовується для навчання моделі, включає середньоквадратичну похибку (Mean Squared Error, MSE) та L2-регуляризацію:

$$L = \frac{1}{N} \sum_{(u,i) \in K} (r_{ui} - \hat{r}_{ui})^2 + \lambda (\|\mathbf{P}_u\|^2 + \|\mathbf{Q}_i\|^2) \quad , (3.2)$$

де:

- N — кількість відомих рейтингів у тренувальному наборі даних.
- K — набір пар (u,i) з відомими рейтингами r_{ui} .
- λ — гіперпараметр регуляризації (у нашому випадку $\lambda = 1 \times 10^{-6}$).
- $\|\cdot\|$ — L2-норма вектора.

Архітектура моделі реалізована у вигляді класу **RecommenderNet**, який успадковується від `tf.keras.Model`. Основними компонентами є шари вбудовувань для користувачів та товарів, а також шар для обчислення скалярного добутку між векторами вбудовувань. Для навчання моделі було створено тренувальні та тестові вибірки, що містять пари користувачів та товарів разом з відповідними рейтингами. Модель компілюється з використанням оптимізатора Adam зі швидкістю навчання $\alpha=0.001$, що забезпечує ефективну та стабільну збіжність [49, 50].

У процесі розробки рекомендаційної системи було розглянуто декілька технологій та інструментів, які могли б ефективно реалізувати колаборативну фільтрацію на основі нейронних мереж. Основна увага приділялася бібліотекам TensorFlow та Surprise, а також іншим інструментам машинного навчання, здатним забезпечити оптимальну продуктивність та гнучкість моделі.

Вибір **TensorFlow** як основного інструменту був зумовлений його потужними можливостями для побудови та навчання глибоких нейронних мереж. TensorFlow надає високий рівень гнучкості та підтримує широкі можливості налаштування, що дозволяє реалізовувати складні моделі з вбудовуваннями (embeddings) для користувачів та товарів. Крім того, TensorFlow ефективно працює з великими обсягами даних і підтримує апаратне прискорення за допомогою GPU та TPU, що є критичним при роботі з масштабними датасетами[51].

Surprise – це спеціалізована бібліотека для побудови та аналізу рекомендаційних систем, яка надає зручний інтерфейс для реалізації різних алгоритмів колаборативної фільтрації, зокрема методів на основі матричної факторизації. Однак, Surprise обмежена в можливостях налаштування та не підтримує складні нейронні архітектури, що робить її менш придатною для реалізації моделі з використанням вбудовувань.

Для обґрунтування вибору було складено порівняльну таблицю характеристик обох інструментів(табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика бібліотек TensorFlow та Surprise для побудови рекомендаційних систем*

Критерій	TensorFlow	Surprise
Підтримка нейронних мереж	Підтримує повний спектр нейронних мереж	Обмежена підтримка, переважно прості моделі
Гнучкість налаштувань	Висока гнучкість, можливість кастомізації моделей	Обмежена гнучкість, фіксовані алгоритми
Масштабованість	Висока, ефективна робота з великими даними	Помірна, оптимізована для середніх обсягів даних
Апаратне прискорення	Підтримка GPU та TPU	Відсутня підтримка апаратного прискорення
Екосистема та інструменти	Розвинена екосистема, багато додаткових бібліотек	Обмежена екосистема, спеціалізована на рекомендаціях
Простота використання	Складніший в освоєнні, потребує глибших знань	Простий у використанні, зручний для швидких прототипів
Підтримка вбудовувань	Повна підтримка, можливість налаштування розмірності	Обмежена підтримка, фіксовані вбудовування
Документація та спільнота	Широка документація, велика спільнота розробників	Менша спільнота, документація менш повна

*Джерело розроблено автором на основі [54]

Вибір було зроблено на користь TensorFlow, оскільки він надає необхідну гнучкість для реалізації складної моделі з вбудовуваннями та забезпечує високу продуктивність при роботі з великими обсягами даних. TensorFlow дозволяє

контексти в рамках текстових описів, відгуків або метаданих, тоді як продукти, що знаходяться на значній відстані один від одного, є менш схожими.

На графіку можна помітити певні кластери, які можуть представляти схожі категорії товарів або типи продуктів. Наприклад, деякі продукти на краях простору ембеддінгів, як-от «Mr Clean Magic», «Morocco 2pcs F.» або «Avon SKIN-SO-SO..», розташовані відокремлено від основної маси точок. Це може свідчити про їх унікальні властивості або те, що вони значно відрізняються від більшості інших продуктів у датасеті.

Візуалізація ембеддінгів продуктів таким чином є корисним інструментом для виявлення схожостей між товарами, що може використовуватися в рекомендаційних системах для пошуку схожих товарів та створення груп рекомендацій на основі спільних властивостей продуктів.

1957/1957 — 3s 1ms/step
Recommended products for user AFKZENTNBQ7A7V7UXW5JJI6UGRYQ:

Recamania Ulka EAX5 Vibratory Pump - Dramatically increase the pressure in your espresso machine - Old pumps can decrease pressure and reduce crema production - 120V, 60Hz, 52W - Durable brass
Bibube 4 Pack Soft Plush Unicorn Sleeping Mask- Cute Unicorn Horn Blindfold Eye Cover for Women Girls Kids Travel Nap Night Sleeping
32 Oz Durable Commercial Empty Spray Bottles Perfect for Commercial And Home Use Such As Cleaning, Gardening, Beauty And More - Pack of 3
High Potency Magnesium Citrate Capsules 1000mg - Gentle Complex for Max Absorption, Made in USA, Best Bowel Supplement That Supports The Colon and Also Supports Restful Sleep - 60 Capsules

Рисунок 3.10 – Рекомендації для окремого користувача*

**Джерело розроблено автором на основі [54]*

Рисунок 3.10 відображає рекомендовані продукти для певного користувача на основі вихідних даних моделі рекомендацій. У цьому прикладі для користувача з ідентифікатором **AFKZENTNBQ7A7V7UXW5JJI6UGRYQ** було запропоновано декілька товарів, зокрема:

1. **Recamania Ulka EAX5 Vibratory Pump** — продукт для підвищення тиску в кавових машинах, що може вказувати на інтерес користувача до товарів, пов'язаних із приготуванням кави або побутовою технікою.
2. **Bibube 4 Pack Soft Plush Unicorn Sleeping Mask** — дитяча маска для сну у формі єдинорога, що може свідчити про інтерес до товарів для дітей або аксесуарів для сну.
3. **32 oz Durable Commercial Empty Spray Bottles** — комерційні пляшки для розпилення, які можуть використовуватися для прибирання, садівництва тощо, що може говорити про інтерес користувача до товарів для дому.

4. High Potency Magnesium Citrate Capsules 1000mg — харчова добавка з магнієм, що вказує на інтерес до вітамінів або засобів для підтримки здоров'я.

Модель створює рекомендації на основі текстових описів та характеристик цих продуктів, які відповідають потребам та інтересам користувача, визначеним на основі його попередніх взаємодій або запитів. Рекомендації показують широкий спектр товарів із різних категорій — від товарів для дому і побуту до добавок та аксесуарів для сну, що демонструє здатність моделі до узагальнення та генерації персоналізованих рекомендацій для користувачів.

Product Embeddings Visualization (3D)

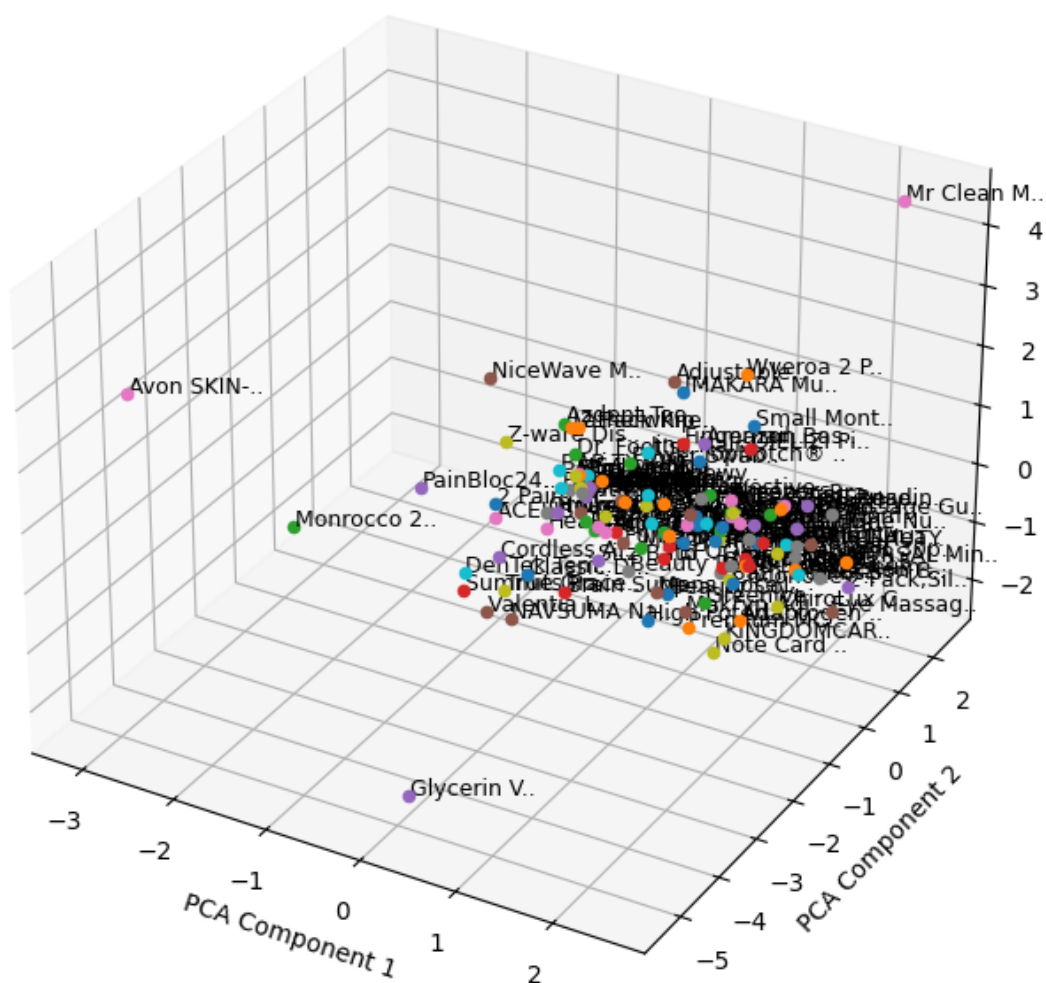


Рисунок 3.11 – 3D простір продуктів*

*Джерело розроблено автором на основі [54]

Рисунок 3.11 є тривимірною візуалізацією ембедінгів продуктів у просторі, отриманою за допомогою методу головних компонент (PCA). Він розширює попередню 2D-візуалізацію, додаючи ще одну компоненту, що дозволяє більш детально розглядати зв'язки та розподіл товарів у тривимірному просторі.

На осях **PCA Component 1**, **PCA Component 2**, і **PCA Component 3** показано три найважливіші компоненти, що відображають основні характеристики товарів, згруповані за їх подібністю. Кожна точка на графіку представляє один товар з датасету, а їх близькість у просторі свідчить про схожість за текстовими описами та іншими атрибутами. Наприклад, кластери точок показують групи товарів, що мають схожі характеристики, тоді як поодинокі точки, розташовані на відстані від основної маси, є унікальними або значно відрізняються від інших товарів за своїми властивостями.

Цікаво, що такі товари, як «Avon SKIN-SO-SO..», «Morocco 2pcs F.», «Mr Clean Magic», та «Glycerin Vegeta..» розташовані далеко від центрального кластера, що вказує на їхню унікальність. Можливо, це продукти з рідкісними або спеціалізованими характеристиками, які не мають багато спільного з іншими товарами.

Зазначимо, розробка рекомендаційної системи на основі нейронної колаборативної фільтрації демонструє значний потенціал для персоналізації електронної комерції. Використання TensorFlow дозволило створити гнучку архітектуру, здатну обробляти великі обсяги даних і моделювати складні взаємозв'язки між користувачами та товарами. Візуалізація ембедінгів показала здатність моделі групувати схожі товари та виявляти унікальні продукти. Аналіз рекомендацій підтвердив ефективність системи у створенні релевантних пропозицій для користувачів. Ці результати підтверджують, що інтеграція сучасних ІІІ-рішень може суттєво підвищити ефективність і конкурентоспроможність електронної комерції.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило всебічно проаналізувати вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції, охоплюючи як теоретичні основи, так і практичні аспекти його застосування. У першому розділі було розглянуто історію та еволюцію електронної комерції, визначено основні технології та платформи, а також проаналізовано вплив цифрових технологій на розвиток торговельних процесів. Це забезпечило глибоке розуміння контексту та основних чинників, що сприяють розвитку електронної комерції в умовах цифрової трансформації.

Другий розділ присвячено застосуванню штучного інтелекту в електронній комерції. Було детально розглянуто використання AI в продуктах для електронної комерції, що включає автоматизацію різних бізнес-процесів та створення інноваційних рішень. Особлива увага була приділена персоналізації користувацького досвіду через рекомендаційні системи, які дозволяють підвищити задоволеність клієнтів та збільшити конверсію. Крім того, було проаналізовано роль AI в оптимізації логістики та управлінні запасами, що сприяє підвищенню ефективності операцій та зниженню витрат.

Третій розділ зосереджений на практичному застосуванні AI у електронній комерції. Проведений аналіз обраних даних підтвердив ефективність впровадження штучного інтелекту у реальні бізнес-процеси. Вибір моделі та технології, а також аналіз результатів демонструють, що AI-рішення, такі як рекомендаційні системи та моделі прогнозування, можуть суттєво підвищити продажі та лояльність клієнтів. Практичне застосування цих технологій сприяє не лише оптимізації бізнес-процесів, але й забезпеченню сталого розвитку підприємств в умовах високої конкуренції на ринку електронної комерції.

Отримані результати дослідження підтверджують, що інтеграція штучного інтелекту у електронну комерцію є доцільною та ефективною стратегією для підвищення конкурентоспроможності компаній. Розроблені авторські рекомендації щодо впровадження AI-технологій можуть бути успішно

застосовані для оптимізації бізнес-процесів, покращення користувацького досвіду та збільшення доходів. Дослідження також висвітлило ключові фактори, що впливають на успішність впровадження AI, такі як вибір відповідних моделей, аналіз даних та адаптація технологій до специфіки бізнесу.

У ході виконання роботи було успішно досягнуто всіх поставлених завдань, що дозволило комплексно дослідити вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції.

Теоретичні основи штучного інтелекту та електронної комерції досліджено, а їх взаємозв'язок розкрито через аналіз основних технологій і платформ, що сприяють трансформації торговельних процесів у цифровому середовищі. Визначено синергетичний ефект між ІІІ та e-commerce, зокрема через персоналізацію і вдосконалення обслуговування клієнтів.

Аналіз практик використання ІІІ у світовій електронній комерції дозволив виділити ключові напрями, включаючи автоматизацію логістики, персоналізацію взаємодії з клієнтами, оптимізацію запасів і використання рекомендаційних систем. Підкреслено важливість сучасних технологій для покращення операційної ефективності бізнесу.

Практична реалізація рекомендаційної системи підтвердила ефективність обраного підходу до моделювання персоналізації користувацького досвіду. Було використано дані реального набору (датасету) для створення моделі на основі нейронної колаборативної фільтрації, що забезпечило високу точність і релевантність рекомендацій.

Проаналізовано обрані дані та обґрунтовано вибір технологій для розробки моделі. Включено етапи підготовки даних, обробки пропущених значень і вибору метрик оцінки якості рекомендацій. Виконано порівняння інструментів (TensorFlow і Surprise), що підкріпило обґрунтованість вибору технологій.

Результати моделі проаналізовано, і проведена візуалізація ембедінгів показала можливість групування схожих товарів. Це демонструє високий

потенціал запропонованого підходу для інтеграції в реальні бізнес-процеси електронної комерції.

Таким чином, робота підтвердила значний вплив технологій штучного інтелекту на підвищення ефективності електронної комерції. Отримані результати мають практичне значення для впровадження в сучасні бізнес-моделі, що сприяє їхній адаптації до цифрових трансформацій і посиленню конкурентоспроможності в умовах глобального ринку. Виконана кваліфікаційна магістерська робота підтверджує актуальність обраної теми та її значущість для розвитку електронної комерції, особливо в контексті українського ринку. Отримані результати можуть слугувати основою для подальших наукових досліджень та практичних впроваджень, сприяючи інтеграції сучасних технологій у бізнес-середовище та підвищенню його ефективності та інноваційності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Huang M.-H., Rust R. T. Artificial intelligence in service. *Journal of service research*. 2018. Т. 21, № 2. С. 155–172. URL: <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
2. Ajay Agrawal, Joshua Gans, Avi Goldfarb. Prediction machines. *Google Books*. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=Y9LFtAEACAAJ>
3. Chang S., Dong Y., Wang X. Optimal shipping policy in retail competition and its effect on customers. *Electronic commerce research and applications*. 2021. Т. 45. С. 101020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.101020>
4. Чебанова О. П., Волохов В. А. Використання технологій машинного навчання для оптимізації логістики. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 83. С. 278–283. URL: <https://doi.org/10.18664/btie.83.300406>
5. Музиченко Тетяна Олександрівна Скорба Олег Анатолійович, Шевчук Андрій Андрійович. Штучний інтелект як засіб оптимізації бізнес-процесів в електронній комерції. *Академічні візії*. 2023. № 25. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/696>.
6. Використання штучного інтелекту у формуванні довіри споживача в електронній комерції / О. В. Сидоренко та ін. *Київський економічний науковий журнал*. 2024. № 4. С. 216–222. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-765x/2024-4-30>
7. Petrunenko I., Syrotko M., Troinikov V. Legal regulations of electronic commerce under the conditions of the development of the digital economy in Ukraine. *Uzhhorod national university herald. series: law*. 2023. Т. 1, № 79. С. 278–284. URL: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.79.1.47>
8. Volodymyrivna M. I. Legal regulation of e-commerce in the european union. *Часопис цивілістики*. 2021. No. 41. Р. 61–65. URL: <https://doi.org/10.32837/chc.v0i41.424>
9. Василенко М. Д., Кирєєва Н. С. Електронна комерція в проявах юриспруденції (законодавства) та кібербезпеки (несанкціонованих

- вторгнень): міждисциплінарне дослідження. *Наукові праці Національного університету "Одеська юридична академія"*. 2020. Т. 26. С. 25–33. URL: <https://doi.org/10.32837/npuola.v26i0.657>
10. Baran R. Y. Розвиток моделей електронної комерції та її проблеми на сучасному етапі. *The actual problems of regional economy development*. 2017. Т. 1, № 13. С. 77–88. URL: <https://doi.org/10.15330/apred.1.13.77-88>
 11. Нікітенко К. С. Особливості організації взаємодії інтернет-підприємств з споживачами товарів і послуг. *Таврійський науковий вісник. серія: економіка*. 2021. № 10. С. 70–77. URL: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2021.10.10>
 12. The history of ecommerce: how did it all begin?. *IWD Agency*. URL: <https://www.iwdagency.com/blogs/news/the-history-of-ecommerce-how-did-it-all-begin>
 13. Смолій Л., Костюк В. Новітні тренди та перспективи розвитку електронної комерції в міжнародному бізнесі. *Економіка та суспільство*. 2021. № 29. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-29-43>
 14. Levchenko O. V. E-commerce as the mIIIIn direction of international business of the future : master's thesis. 2021. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/86606>
 15. Yermoshkina O. V., Musaeva N. M. Payment system as a basic element of the digital economy: institutional-behavioral aspects. *Economic bulletin of dnipro university of technology*. 2021. Т. 75. С. 135–144. URL: <https://doi.org/10.33271/ebdut/76.135>
 16. Topic: PayPal. *Statista*. URL: https://www.statista.com/topics/2411/paypal/#dossierSummary__chapter1
 17. World bank open data. *World Bank Open Data*. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/BX.TRF.PWKR.CD.DT?end=2020&start=2005&view=chart>

18. Підсумки 2020 | monobank | результати за 2020 рік. *monobank – мобільний банк*. URL: <https://monobank.ua/2020?lang=uk>
19. Підсумки роботи ПриватБанку за 2020-2021 рік | Беремо і робимо. *privatbank.ua*. URL: <https://privatbank.ua/cpa/pidsumky>
20. Нпс "простір". *Національний банк України*. URL: <https://bank.gov.ua/ua/payments/prostir>
21. Дмитрашко К. Рік повномасштабної війни для українського e-commerce. *Хорошоп*. URL: <https://horoshop.ua/ua/blog/a-year-of-full-scale-war-for-ukrainian-ecommerce/>
22. Партнер. Автоматизація бізнес-процесів: на що звернути увагу. *CRMium*. URL: <https://crmium.com/uk/avtomatyzacziya-biznes-proczesiv-na-shho-zvernuty-uvagu-ta-chomu-cze-vazhlyvo-dlya-suchasnyh-kompanij/>
23. Matei I. Автоматизація бізнес-процесів: можливості та переваги. *Solidity*. URL: <https://solidity.com.ua/statti/avtomatizaciya-biznes-procesiv/>
24. Світолін В. Навіщо потрібна автоматизація бізнес процесів. *Armadio*. URL: <https://armadio.net.ua/navisho-potribna-avtomatizaciya-biznes-procesiv/>
25. Гліб. Автоматизація бізнесу: що це та як запровадити. *remonline.ua*. URL: <https://remonline.ua/blog/business-process-automation/>
26. Golovko O. G., Moroz O. K. Features of the development of the market of electronic payment systems in ukrainian. *Economy and society*. 2018. № 19. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-19-146>
27. Implementation of III-based digital solutions in logistics. *AdvantISS*. URL: <https://advantiss.com/III-powered-solutions-for-logistics-companies/>
28. Brohan M. Logistics organizations are only slowly embracing III. *Digital Commerce* 360. URL: <https://www.digitalcommerce360.com/2023/08/10/logistics-organizations-slowly-embracing-III/>

29. Hardesty L. The history of Amazon's recommendation algorithm. *Amazon Science*. URL: <https://www.amazon.science/the-history-of-amazons-recommendation-algorithm>
30. Паталяк Є. Інтеграція ШІ в продукти для електронної комерції: актуальність, переваги, перспективи. *ІТ-компанія повного цикла розробки програмних продуктів WEZOM - Київ, Україна*. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/integratsiya-shi-v-produkti-dlya-elektronnoyi-komertsiyi-aktualnist-perevagi-perspektivi>
31. Peer D. Впровадження колаборативної фільтрації з даними взаємодії користувачів. *peerdh.com*. URL: <https://peerdh.com/uk/blogs/programming-insights/implementing-collaborative-filtering-with-user-item-interaction-data>
32. Ye I., G S., M M. Improving the method of collaborative filtering by integrating semantic and temporal factors and the method of cluster analysis. *Artificial intelligence*. 2024. Т. 29, III.2024.29(1). С. 57–63. URL: <https://doi.org/10.15407/jIII2024.01.057>
33. Впровадження гібридних систем рекомендацій: поєднання фільтрації на ос. *peerdh.com*. URL: <https://peerdh.com/uk/blogs/programming-insights/implementing-hybrid-recommendation-systems-combining-content-based-filtering-and-collaborative-filtering>
34. D J. M. P., Kavlakoglu E. What is collaborative filtering? | IBM. *IBM - United States*. URL: <https://www.ibm.com/topics/collaborative-filtering#:~:text=Collaborative%20filtering%20is%20an%20information,have%20interacted%20with%20that%20item.>
35. Klimek L., Funta R. Data and e-commerce: an economic relationship. *Danube*. 2021. Vol. 12, no. 1. P. 33–44. URL: <https://doi.org/10.2478/danb-2021-0003>
36. Trushkina N. V., Serhieieva O. R., Shkrygun Y. O. Conceptual approaches to defining «e-commerce». *The problems of economy*. 2020. Т. 4,

- № 46. С. 231–240. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2020-4-231-240>
37. Linden G., Smith B., York J. Amazon.com recommendations: item-to-item collaborative filtering. *IEEE internet computing*. 2003. Т. 7, № 1. С. 76–80. URL: <https://doi.org/10.1109/mic.2003.1167344>
38. Семенда О. Вплив цифрового маркетингу на поведінку споживачів. *Theoretical and empirical scientific research: concept and trends*. 2023. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-23.06.2023.09>
39. He X., Liu Q., Jung S. The impact of recommendation system on user satisfaction: a moderated mediation approach. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*. 2024. Т. 19, № 1. С. 448–466. URL: <https://doi.org/10.3390/jtaer19010024>
40. Подра О. П., Гомза К. І. Сучасні технології автоматизації складської діяльності підприємств. № 2 (8), 2022. 2022. Т. (8), № 2.
41. Адамов В., Булгаков Д. Голосова система автоматизації складу або як скоротити час збору замовлення на складі в період війни. *Consulting4RetIIII: End-To-End RetIIII & Wholesale Digital Transformation* › *Consulting for RetIIII*. URL: <https://www.c4r.eu/ukr/blog/logistics/golosovaya-sistema-avtomatizatsii-sklada/>
42. Хімічева Г., Білашов К. Обґрунтування вибору та ефективності застосування логістичних хабів за класифікаційними ознаками. *Scientific review*. 2024. Т. 3, № 95. С. 19. URL: [https://doi.org/10.26886/2311-4517.3\(95\)2024.2](https://doi.org/10.26886/2311-4517.3(95)2024.2)
43. Bridging items and language: a transition paradigm for large language model-based recommendation / X. Lin та ін. *KDD '24: the 30th ACM SIGKDD conference on knowledge discovery and data mining*, м. Barcelona SpIIIn. New York, NY, USA, 2024. С. 1816–1826. URL: <https://doi.org/10.1145/3637528.3671884>

44. Shrivastava U. C., Rizvi M. A. Collaborative filtering based recommender system for E-commerce. *Journal of ultra computer and information technology*. 2016. Vol. 7, no. 2. P. 27–30. URL: <https://doi.org/10.22147/jucit/070201>
45. Guia M., Silva R. R., Bernardino J. A hybrid ontology-based recommendation system in e-commerce. *Algorithms*. 2019. Vol. 12, no. 11. P. 239. URL: <https://doi.org/10.3390/a12110239>
46. Demirkiran E. T., Pak M. Y., Cekik R. Multi-criteria collaborative filtering using rough sets theory. *Journal of intelligent & fuzzy systems*. 2021. Vol. 40, no. 1. P. 907–917. URL: <https://doi.org/10.3233/jifs-201073>
47. Yang Z., CIII Z. Detecting anomalous ratings in collaborative filtering recommender systems. *International journal of digital crime and forensics*. 2016. Vol. 8, no. 2. P. 16–26. URL: <https://doi.org/10.4018/ijdcf.2016040102>
48. Ali S. I. M., Majeed S. S. "A review of collaborative filtering recommendation system. *Muthanna journal of pure science*. 2021. Vol. 8, no. 1. P. 120–131. URL: <https://doi.org/10.52113/2/08.01.2021/120-131>
49. Book recommendation system / A. Gupta та іН. *International journal of research publication and reviews*. 2024. Т. 5, № 5. С. 1519–1522. URL: <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0524.1128>
50. Crop recommendation system / A. Sharma та іН. *International journal of research publication and reviews*. 2024. Т. 5, № 5. С. 1095–1098. URL: <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0524.1124>
51. Emotion based music recommendation system / Y. Sahare та іН. *International journal of research publication and reviews*. 2023. Т. 4, № 12. С. 818–834. URL: <https://doi.org/10.55248/gengpi.4.1223.123327>
52. ECommerce - worldwide | statista market forecast. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/outlook/emo/ecommerce/worldwide>
53. Artificial intelligence (AI) in logistics market report by 2033. *Precedence Research - Statistics Platform for Market Intelligence, Market Research and*

Insights. URL: <https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-in-logistics-market>

54. McAuley Lab. Amazon Reviews'23. *Amazon Reviews'23*.
URL: <https://amazon-reviews-2023.github.io/>.

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЕКОНОМІКИ КРАЇН СВІТУ І УКРАЇНИ

Концепція штучного інтелекту перетворилася з наукової фантастики на реальну рушійну силу модернізації глобальної промисловості та економіки. ШІ охоплює широкий спектр технологій, які дозволяють машинам розуміти, діяти і навчатися, від алгоритмів, що приймають рішення на основі даних, до систем, що взаємодіють з природною мовою людини. Зростання ШІ змінює всі аспекти сучасного світу, впроваджуючись у повсякденні завдання і складні промислові процеси. У сучасну епоху важливість ШІ неможливо переоцінити: він стимулює інновації у сферах, таких як електронна комерція, фінанси та військова справа. Завдяки здатності аналізувати великі обсяги даних, ШІ оптимізує операції, покращує клієнтський досвід і створює нові продукти. Крім того, ШІ відіграє важливу роль у вирішенні глобальних проблем, таких як зміна клімату та управління ресурсами, дозволяючи ефективніше використовувати ресурси і прогнозувати екологічні тенденції.

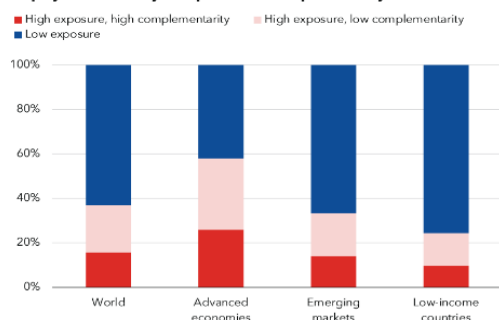
Зміни на ринку праці. Поява штучного інтелекту спричиняє глибокі зміни на ринку праці, створюючи нові високотехнологічні робочі місця та витісняючи традиційні. Це підкреслює трансформаційний характер ШІ, який створює як можливості, так і виклики. ШІ сприяє створенню ролей, що вимагають передових технічних навичок у галузях, таких як наука про дані, інженерія машинного навчання та дослідження ШІ. Попит на фахівців зростає, що позитивно впливає на технологічний сектор. Водночас автоматизація, яку забезпечує ШІ, становить загрозу для традиційних робочих місць, особливо рутинних завдань. Це стосується не лише ручної праці, а й сфер обслуговування клієнтів та професійних послуг, де ШІ може ефективно аналізувати великі обсяги інформації. Зміни на ринку праці через ШІ створюють соціально-економічні виклики, потребуючи значної перекваліфікації працівників. Швидкі темпи розвитку ШІ можуть випереджати здатність програм підготовки робочої сили до адаптації, що створює невідповідність між наявними навичками та потребами роботодавців[1].

Вплив ШІ на вакансії у різних економіках. Рис. 1а) показує, що ШІ найбільше впливає на робочі місця в розвинених країнах, де технології ШІ не лише замінюють, але й доповнюють людські можливості. Країни, що розвиваються, та країни з низьким рівнем доходу, демонструють менший вплив і повільнішу інтеграцію ШІ. Рис. 1б) показує, що існує чітка кореляція між індексом готовності до ШІ та часткою зайнятих у професіях з високим ступенем впливу ШІ. Розвинені країни з високими балами за індексом готовності до ШІ мають кращу можливість для інтеграції ШІ, що полегшує управління створенням нових робочих місць і витісненням старих. Це досягається завдяки наявності необхідної цифрової інфраструктури, нормативно-правової бази та політики у сфері людського капіталу.

AI's impact on jobs

Most jobs are exposed to AI in advanced economies, with smaller shares in emerging markets and low-income countries.

Employment shares by AI exposure and complementarity

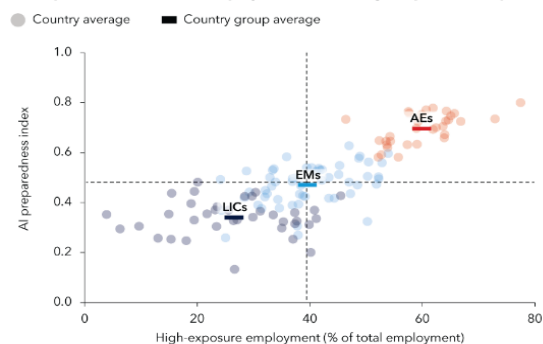


a)

Advanced-economy advantage

Wealthier countries often are better equipped for AI adoption.

AI Preparedness Index and employment share in high-exposure occupations



б)

Рис. 1 Вплив ШІ на вакансії на ринку праці

Джерело: побудовано відповідно до даних автора [1]

Вплив на галузі економіки. Галузь ритейлу та онлайн-комерції є одним з найпотужніших впроваджувачів ШІ у бізнес. За даними маркетингових досліджень, у 2022 році обсяг світового ринку рішень ШІ для eCommerce становив \$4-6 млрд і зростатиме на 14-16% щорічно, досягнувши \$18-22 млрд до 2032 року [2]. ШІ суттєво змінює онлайн-ритейл, покращуючи користувацький досвід, оптимізуючи операції і стимулюючи зростання продажів. У фінансовому секторі ШІ радикально змінює роботу установ, включаючи алгоритмічну торгівлю, управління ризиками та автоматизацію обслуговування клієнтів. Це дозволяє обробляти великі обсяги даних з підвищеною точністю, покращуючи прийняття рішень та досвід клієнтів. ШІ також спрощує обробку позик та іпотек, аналізуючи заявки швидше та точніше, знижуючи ризик дефолту [3].

Вплив ШІ на економіку України. В Україні відбуваються ті ж самі зміни, що і в світі: зростання вакансій, які потребують ШІ, заміна робочих місць та автоматизація процесів. Штучний інтелект активно використовується в цивільних і військових секторах. Після нападу Росії у 2022 році український стартап розробив алгоритм на базі ШІ для ідентифікації російських військ через супутникові знімки. Міністерство оборони використовує технологію розпізнавання облич для ідентифікації солдатів, які брали участь у нападах на цивільне населення Київської області, та для визначення загиблих. ШІ також використовується в додатку «ТиХто» для ідентифікації підозрілих осіб на блокпостах та під час комендантської години, а також покращує наведення БПЛА і збивання ракет. Застосування ШІ в Україні не обмежується військовою сферою. Українські ІТ-компанії використовують ШІ для створення цифрових копій людей, реалістичних візуальних ефектів у відеоіграх та автоматизації музичного супроводу [4].

Виклики та ризики впровадження ШІ. Основним викликом для технологій ШІ є їх значний вуглецевий слід. Величезні обсяги даних, необхідні для навчання ШІ, обробляються в центрах обробки даних, які споживають багато енергії і виробляють від 2 до 4% глобальних викидів CO₂, що дорівнює викидам від авіації. Крім вуглецевих викидів, існує велика потреба в воді для охолодження серверів, що створює додатковий тиск на регіони з обмеженими водними ресурсами. Хоча ШІ може допомагати боротися зі зміною клімату, сама технологія спричиняє екологічні проблеми через значне енергоспоживання. Життєвий цикл ШІ включає

дві фази: навчання та виведення. Фаза навчання особливо енергоємна через обробку великих наборів даних. Наприклад, навчання моделі GPT-3 виробляє приблизно 502 тонни CO₂, що еквівалентно викидам від 112 автомобілів за рік. Фаза виведення виробляє менше викидів, але все ще значні – 84 тонни CO₂ на рік для GPT-3. З поширенням і ускладненням моделей ШІ, їх енергетичні потреби та екологічний вплив зростатимуть [5, 6].

Вплив штучного інтелекту на світову економіку та на Україну є значним та трансформаційним. ШІ впроваджується в різноманітні сфери економіки, від ритейлу до фінансів, де він забезпечує оптимізацію операцій, покращення клієнтського досвіду та інноваційні рішення, що сприяють росту продажів та ефективності. Технології ШІ дозволяють автоматизувати рутинні завдання, що впливають на ринок праці, створюючи нові високотехнологічні робочі місця, але також і витісняючи традиційні. Це викликає необхідність значної перекваліфікації та адаптації робочої сили. У контексті України, ШІ також стимулює динамічний технологічний сектор і сприяє інтеграції новітніх технологій у різні галузі. Водночас впровадження ШІ в Україні та світі має свої виклики, зокрема значний вуглецевий слід від великих дата-центрів та енергоспоживання. Це вимагає пошуку нових ефективніших рішень та технологій постійного навчання, а також використання поновлюваних джерел енергії для підтримки екологічної стійкості.

Список використаних джерел:

1. Georgieva K. AI Will Transform the Global Economy. Let's Make Sure It Benefits Humanity. *IMF BLOG*. URL: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity> (дата звернення: 18.05.2024).
2. Паталяк Є. Як ШІ змінює електронну комерцію: 8 прикладів. *WEZOM*. URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/yak-shi-zminyuje-elektronnu-komertsiyu-8-prikladiv> (дата звернення: 18.05.2024).
3. Sundararam S., Puri V. How Mr. Cooper built an AI driven mortgage platform | Google Cloud Blog. *Google Cloud Blog*. URL: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/how-mr-cooper-built-an-ai-driven-mortgage-platform> (дата звернення: 18.05.2024).
4. Ржеутська Л. ШІ в Україні - як не зарегулювати, захищаючись від ризиків – DW – 03.11.2023. *dw.com*. URL: [https://www.dw.com/uk/si-v-ukraini-ak-ne-zareguluvati-ale-zahistitis-vid-rizikiv/a-67288026#:~:text=Додаток%20"ТиХто"%20за%20допомогою%20ШІ,не%20обмежується%20лише%20військовою%20сферою](https://www.dw.com/uk/si-v-ukraini-ak-ne-zareguluvati-ale-zahistitis-vid-rizikiv/a-67288026#:~:text=Додаток%20) (дата звернення: 18.05.2024).
5. Мюллер Н. Штучний інтелект - нова екологічна загроза? – DW – 14.08.2023. *dw.com*. URL: <https://www.dw.com/uk/stucnij-intelekt-nova-ekologichna-zagroza/a-66525523> (дата звернення: 18.05.2024).
6. Dora S. AI has a large and growing carbon footprint, but there are potential solutions on the horizon. *The Conversation*. URL: <https://theconversation.com/ai-has-a-large-and-growing-carbon-footprint-but-there-are-potential-solutions-on-the-horizon-223488> (дата звернення: 18.05.2024).

Звіт подібності

метадані

Заголовок
Литвинець Р.Р._Вплив штучного інтелекту на розвиток електронної комерції

АвторНауковий керівник / Експерт
Литвинець Р.Р.Котенок А.Г.

підрозділ
кафедра економічної теорії

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		13
Інтервали		0
Мікропробіли		1
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		17

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.



Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз			Колір тексту	
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)		
1	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5cab32d5-4d86-4d23-b4db-6097f4571b31/content	29	0.16 %	
2	https://www.inter-nauka.com/uploads/public/1727122905124.pdf	22	0.12 %	
3	Фінансово-аналітичний інструментарій в дослідженні ринку взуття (на прикладі ТОВ «Інтертоп Україна») 1/20/2020 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра економічної теорії)	19	0.10 %	