

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Економічний факультет

Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

«Моделювання та розробка стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки»

студентки 4 курсу  
спеціальності 051 «Економіка»  
ОПП «Економічна кібернетика»  
денної форми навчання  
Руднік Юлії Петрівни

Науковий керівник:  
кандидат економічних наук,  
доцент  
Федоренко Ірина Костянтинівна  
Засвідчую, що у цій дипломній  
роботі немає запозичень із  
праць інших авторів без  
відповідних посилань  
Студент \_\_\_\_\_

Роботу допущено до захисту перед ЕК  
рішенням кафедри економічної кібернетики  
від ..... 2024р., протокол № .....

Завідувач кафедри:  
доктор економічних наук, професор  
Ляшенко Олена Ігорівна \_\_\_\_\_

КИЇВ – 2024

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 65 ст., 12 рис., 3 табл., 40 джерел.

Ключові слова: юніт-економіка, масштабування бізнесу, стратегічне планування, життєва цінність користувача, вартість залучення клієнта, моделювання, мобільний додаток.

Об'єкт дослідження: процеси масштабування бізнесу на основі юніт-економіки.

Предмет дослідження: методи та інструменти формування стратегії масштабування бізнесу з використанням юніт-економіки.

Мета дослідження: вивчення та розробка методів формування стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки з використанням економіко-математичних моделей і сучасних підходів до аналізу та оптимізації рекламних кампаній.

Методи дослідження: аналіз літератури та попередніх досліджень з метою розуміння сутності та концепцій юніт-економіки; розробка економіко-математичної моделі для визначення оптимальної стратегії масштабування; застосування методів лінійного програмування для оптимізації рекламного бюджету; використання моделей машинного навчання для прогнозування поведінки користувачів та підвищення ефективності маркетингових кампаній.

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: в роботі проведено комплексний аналіз юніт-економіки як основи для масштабування бізнесу, розглянуто ключові показники, такі як життєва цінність користувача (LTV) та вартість залучення клієнта (CAC), і їх взаємозв'язок з бізнес-моделлю. Запропоновано та обґрунтовано методи оптимізації рекламних витрат за допомогою лінійного програмування та моделей машинного навчання, що дозволяє покращити процес прийняття рішень щодо масштабування бізнесу.

Практична цінність: можливість застосування отриманих результатів для ефективного планування та реалізації стратегій масштабування бізнесу. Розроблене програмне забезпечення на основі VBA дозволяє здійснювати моделювання та аналіз рекламних кампаній з урахуванням реальних даних, що може бути корисним для менеджерів, підприємців та бізнес-аналітиків у прийнятті обґрунтованих рішень.

## RESUME

Taras Shevchenko National University of Kyiv,

Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics

Key words: unit economics, business scaling, strategic planning, customer lifetime value, customer acquisition cost, modeling, mobile application.

The graduation research of the student focuses on the processes of scaling business based on unit economics.

The work is significant for its comprehensive analysis and the development of methods for forming a business scaling strategy using unit economics. It employs both traditional economic models, such as linear programming for budget optimization, and modern machine learning methods for predicting user behavior and improving marketing campaign efficiency. This research contributes to the theoretical foundations of unit economics and its application in strategic business scaling. The results of this study can be utilized to develop effective scaling strategies, optimize marketing expenditures, and enhance decision-making processes in business management.

Pages 65, figures 12, tables 3, bibliog 40.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТА ОБРАННЯ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ МАСШТАБУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ .....	9
1.1 Розкриття сутності поняття юніт-економіка, бізнес модель та масштабування бізнесу .....	10
1.1.1 Аналіз ключових показників юніт-економіки .....	11
1.1.2 Взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням .....	12
1.1.3 Критерії вибору стратегії масштабування .....	14
1.2 Аналіз процесу розробки стратегії масштабування бізнесу .....	15
1.2.1 Ідентифікація стратегічних цілей та завдань .....	16
1.2.2 Розгляд інструментів та методик стратегічного планування .....	18
1.3 Розгляд теоретичних аспектів економіко-математичного моделювання життєвої цінності користувача для визначення стратегії масштабування .....	18
1.3.1 Методи оцінки життєвої цінності користувача .....	19
1.3.2 Застосування моделювання у формуванні стратегії .....	20
1.4 Вибір бізнес-стратегії підприємства.....	21
Висновки до першого розділу .....	23
РОЗДІЛ 2: ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МАСШТАБУВАННЯ.....	25
2.1 Формулювання умови задачі масштабування мобільного B2C застосунку .....	25
2.1.1 Визначення критеріїв успіху масштабування.....	26

	6
2.1.2 Розробка гіпотез масштабування .....	28
2.3 Розробка моделі оцінки рекламних джерел залучення користувачів за допомогою економіко-математичних методів для визначення стратегії масштабування.....	29
2.3.1 Створення датасету та візуалізація .....	30
2.3.2 Використання методів лінійного програмування для оптимізації рекламної кампанії .....	38
2.3.3 Вибір та порівняння моделей штучного інтелекту для покращення проведення рекламної кампанії .....	39
2.3.4 Розробка та валідація моделей штучного інтелекту для покращення та оптимізації проведення рекламної кампанії .....	43
Висновки до другого розділу .....	47
РОЗДІЛ 3: ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МАСШТАБУВАННЯ.....	49
3.1 Оптимізація джерел залучення користувачів в рамках стратегії масштабування.....	50
3.2 Використання аналітичних інструментів для моніторингу та оптимізації.....	51
3.3 Аналіз ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль..	53
Висновки до третього розділу .....	55
ВИСНОВКИ.....	57
ПОСИЛАННЯ.....	59
ДОДАТОК А.....	62

## ВСТУП

Ця дипломна робота на тему "Моделювання та розробка стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки" є важливим кроком у вирішенні складного завдання адаптації бізнес-структур до мінливих ринкових умов. Протягом останніх років концепція юніт-економіки перетворилася на потужний інструмент аналізу та планування для компаній, які шукають шляхи ефективного масштабування. Це набуває особливої актуальності в умовах зростаючої конкуренції та необхідності оптимізації ресурсів.

Цей дипломний проєкт має на меті систематично досліджувати можливості юніт-економіки як основи для розробки стратегії масштабування бізнесу. Значне місце в аналітичній частині роботи займає ідентифікація ключових параметрів юніт-економіки, які мають критичне значення для успішного масштабування діяльності компанії. Також особлива увага приділяється вивченню глобального досвіду й аналізу конкретних кейсів успішного застосування цих принципів.

Процес масштабування бізнесу є великим викликом, що передбачає не тільки збільшення об'ємів діяльності, але й пошук оптимальних шляхів для забезпечення сталого зростання. У цьому контексті чітке розуміння кожного аспекту юніт-економіки та її впливу на здатність компанії витримувати масштабування стає особливо важливим. Розроблення стратегії, яка будується на глибокому аналізі юніт-економіки, може забезпечити більш ефективне використання ресурсів та підвищити відсоток успіху бізнес-ініціатив.

У першому розділі ми досліджуємо теоретичні аспекти формування та обрання стратегії для масштабування мобільного додатку. Цей розділ починається з розкриття сутності поняття юніт-економіка, бізнес-модель та масштабування бізнесу. Далі аналізуються ключові показники юніт-економіки, такі як життєва цінність користувача, вартість залучення клієнта та інші. Ми також розглядаємо взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням, визначаємо критерії вибору стратегії масштабування та аналізуємо процес розробки стратегії масштабування

бізнесу, включаючи ідентифікацію стратегічних цілей та завдань. Окрему увагу приділено теоретичним аспектам економіко-математичного моделювання життєвої цінності користувача для визначення стратегії масштабування, включаючи методи оцінки життєвої цінності користувача та застосування моделювання у формуванні стратегії.

Другий розділ присвячений практичному застосуванню економіко-математичної моделі для формування стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. У цьому розділі ми формулюємо умову задачі масштабування, визначаємо критерії успіху та розробляємо гіпотези масштабування. Основну увагу приділяється розробці моделі оцінки рекламних джерел залучення користувачів за допомогою економіко-математичних методів. Ми створюємо детальний датасет, що імітує реальні показники залучення користувачів через різні рекламні канали, проводимо візуалізацію цих даних та застосовуємо методи лінійного програмування для оптимізації рекламної кампанії. Крім того, розробляються та валідуються моделі штучного інтелекту для покращення та оптимізації проведення рекламних кампаній.

У третьому розділі ми зосереджуємося на інтерпретації результатів застосування економіко-математичної моделі для формування стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. Особливу увагу приділяємо оптимізації джерел залучення користувачів в рамках стратегії масштабування, використанню аналітичних інструментів для моніторингу та оптимізації, а також реалізації ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль. Аналіз результатів дозволяє зробити висновки про ефективність застосованих методів та надає рекомендації щодо подальших кроків у масштабуванні бізнесу.

## **РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТА ОБРАННЯ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ МАСШТАБУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ**

В першому розділі дипломної роботи, присвяченої моделюванню та розробці стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки для мобільного додатка, розглядається значущість стратегічного планування у процесі масштабування бізнесу. Особливий акцент робиться на важливості розроблення чіткого плану дій, заснованого на теоретичних засадах та наявному практичному досвіді. Це дозволить ефективно використовувати ресурси компанії та досягати запланованих результатів з мінімальними ризиками.

Ключовим аспектом є визначення основних параметрів, на основі яких здійснюватиметься масштабування мобільного додатка. Вибір правильних критеріїв та методів оцінки є критичним для забезпечення високої ефективності юніт-економіки, що, в свою чергу, стане фундаментом для подальшого зростання бізнесу.

Теоретичні основи формування стратегії масштабування охоплюють широкий спектр тем – від аналізу ринку та визначення цільової аудиторії до відпрацювання маркетингових стратегій та оптимізації продукту. Цей розділ містить ґрунтовний аналіз існуючих теоретичних підходів та концепцій, які можуть бути застосовані для розробки стратегії масштабування.

Окремо в цьому розділі розглядається роль юніт-економіки у процесі масштабування мобільного додатка. Тут аналізуються різні аспекти, що впливають на формування вартості юніта та його прибутковості – ключових показників для успішного масштабування бізнесу.

Підсумовуючи, теоретичні аспекти формування та вибору стратегії для масштабування мобільного додатка закладають основу для практичної реалізації проекту. Розуміння та правильне застосування теоретичних знань є вирішальним фактором у плануванні та виконанні стратегії масштабування. Ефективне

використання юніт-економіки дозволяє оптимізувати процеси, мінімізувати ризики та значно збільшити шанси на успішну реалізацію цілей компанії.

### **1.1 Розкриття сутності поняття юніт-економіка, бізнес модель та масштабування бізнесу**

В умовах зростаючої конкуренції та постійного проникнення цифрових технологій до усіх сфер життєдіяльності суспільства, питання моделювання ефективної стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки стає особливо актуальним. Цей процес вимагає глибокого розуміння основ економічних процесів, що лежать в основі успішного бізнесу, бізнес-моделі, що забезпечує стійкість та здатність до масштабування, а також практичних аспектів юніт-економіки.

Юніт-економіка є фундаментальним поняттям, яке дозволяє аналізувати економічну ефективність на найдрібнішому рівні - на рівні окремої транзакції або юніта. Це дозволяє бізнесу зрозуміти, чи приносить кожний залучений клієнт прибуток чи збиток, тим самим надаючи можливість оптимізувати процеси та збільшити прибутковість.

Термін “бізнес-модель” описує спосіб, яким компанія створює цінність для своїх клієнтів та забезпечує свою власну економічну стійкість. Бізнес-модель визначає, як компанія залучає клієнтів, як вона здійснює продажі, які канали доставки товарів або послуг використовує, та як організовані всі ці процеси в цілому для оптимізації прибутку.

Масштабування бізнесу - це процес збільшення обсягу бізнесу за допомогою розширення лінійки продуктів, збільшення кількості клієнтів або виходу на нові ринки. Успіх масштабування залежить від чіткого розуміння бізнес-моделі та ефективної юніт-економіки, оскільки ці аспекти є ключовими для забезпечення сталого зростання в довгостроковій перспективі.

Загалом, глибоке розуміння сутності поняття юніт-економіка, особливостей бізнес моделі та процесу масштабування бізнесу дозволяє формулювати стратегії, які забезпечать ефективне управління та динамічний розвиток компанії. Розвиток відповідної стратегії масштабування, заснованої на принципах юніт-економіки, є вирішальним для досягнення конкурентоспроможності та економічної віддачі в сучасних умовах глобалізованого ринку.

### **1.1.1 Аналіз ключових показників юніт-економіки**

У даному розділі дипломної роботи проведено аналіз ключових показників юніт-економіки, які є невід'ємною частиною процесу моделювання та розробки стратегій масштабування бізнесу. Значна увага приділяється дослідженню основних компонентів юніт-економіки, зокрема витрат на залучення клієнта (CAC), прибутку на клієнта (LTV), а також маржі валового прибутку. Ці показники дозволяють аналізувати ефективність бізнес-моделей та визначати стратегії для оптимізації прибутковості та зростання компанії.

Однією з основних змінних юніт-економіки є витрати на залучення клієнта (CAC), які відіграють критичну роль у визначенні вигідності інвестицій у маркетинг та рекламу. У деякому джерелі наголошується, що низькі CAC свідчать про високу ефективність маркетингових стратегій, тоді як високі значення можуть вказувати на потенційні проблеми в залученні або утриманні клієнтів. [1]

Іншою ключовою метрикою є прибуток на клієнта (LTV), який показує загальний дохід, отриманий від одного клієнта протягом його "життєвого циклу". Аналіз в дослідженні вказує на важливість збалансування LTV та CAC, оскільки високе співвідношення цих показників є індикатором здорового та потенційно прибуткового бізнесу. [2]

Також значна увага приділяється маржі валового прибутку, яка є відсотком валового прибутку від загального доходу. В одному з джерел аналізується її вплив на здатність компанії масштабуватися та інвестувати в зростання. Висока маржа

валового прибутку вказує на ефективне управління витратами та здатність генерувати дохід з кожного проданого товару або наданої послуги. [3]

Підсумовуючи, для успішного масштабування бізнесу необхідно детально аналізувати та оптимізувати ключові показники юніт-економіки. Забезпечення високих значень LTV при порівняно низьких САС, а також підтримання високих рівнів маржі валового прибутку, є основою для побудови ефективних стратегій масштабування. Оптимізація цих показників дозволяє компаніям досягати сталого зростання та збільшувати прибутки.

### **1.1.2 Взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням**

Взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням є ключовим аспектом для розуміння того, як компанія може ефективно розширювати свою діяльність та збільшувати прибутковість. Бізнес-модель визначає основні принципи, за якими компанія створює, доставляє та захоплює цінність. Масштабування ж передбачає збільшення об'ємів діяльності компанії, що вимагає адаптації та оптимізації існуючої бізнес-моделі.

Ключовими елементами бізнес-моделі, які впливають на масштабування, є ціннісна пропозиція, цільова аудиторія, канали дистрибуції, структура витрат та доходів, а також стратегічні партнерства. Ціннісна пропозиція визначає, яку проблему вирішує продукт або послуга компанії та яку цінність вона надає споживачам. Для успішного масштабування важливо, щоб ціннісна пропозиція залишалася релевантною та привабливою для цільової аудиторії на різних етапах росту компанії.

Цільова аудиторія є наступним критичним елементом бізнес-моделі. Під час масштабування компанія може стикатися з необхідністю розширення своєї цільової аудиторії або входження на нові ринки. Це потребує глибокого розуміння потреб і поведінки нових сегментів споживачів та адаптації маркетингових стратегій для їх

залучення. Важливо враховувати, що не всі сегменти можуть бути однаково прибутковими, тому стратегічний вибір цільових ринків є надзвичайно важливим.

Канали дистрибуції відіграють важливу роль у забезпеченні доступності продукту або послуги для споживачів. Масштабування може вимагати розширення існуючих каналів або створення нових для охоплення більшої кількості споживачів. Це може включати розвиток онлайн-платформ, відкриття нових фізичних точок продажу або партнерство з іншими компаніями для використання їхніх каналів дистрибуції. В цій роботі ми будемо акцентувати увагу на покращенні якості використання каналів розповсюдження.

Структура витрат та доходів є основою фінансової стійкості бізнес-моделі. Під час масштабування компанія може стикатися з підвищеними витратами на маркетинг, виробництво або операційну діяльність. Важливо, щоб бізнес-модель була здатна забезпечити прибутковість при збільшенні об'ємів діяльності. Це може вимагати оптимізації витрат, підвищення ефективності виробничих процесів або пошуку нових джерел доходу.

Стратегічні партнерства можуть сприяти успішному масштабуванню, забезпечуючи доступ до нових ресурсів, технологій або ринків. Партнерства можуть включати співпрацю з постачальниками, дистриб'юторами, технологічними компаніями або іншими гравцями ринку, які можуть допомогти компанії швидше та ефективніше досягти своїх цілей масштабування.

Взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням також включає врахування ризиків та невизначеностей, пов'язаних з ростом компанії. Масштабування може супроводжуватися різноманітними викликами, такими як зміни у конкурентному середовищі, зміни у поведінці споживачів, або технологічні інновації. Тому бізнес-модель повинна бути достатньо гнучкою, щоб адаптуватися до цих змін та забезпечити стійкість компанії.

Підсумовуючи, взаємозв'язок між бізнес-моделлю та масштабуванням є критичним для успіху компанії на шляху зростання. Бізнес-модель визначає основні

принципи функціонування компанії, а масштабування передбачає адаптацію цих принципів до нових умов та вимог ринку. Розуміння цього взаємозв'язку дозволяє компанії ефективно планувати та реалізовувати стратегії масштабування, забезпечуючи довгострокову стійкість та прибутковість бізнесу.

### **1.1.3 Критерії вибору стратегії масштабування**

Вибір правильної стратегії масштабування бізнесу є критично важливим кроком, який вимагає ретельного аналізу та врахування низки ключових критеріїв. Адже від обраної стратегії залежить ефективність використання ресурсів, темпи зростання компанії та її здатність утримувати конкурентні переваги на ринку. Розглянемо основні критерії, які слід враховувати під час вибору стратегії масштабування.

1. Ринкові умови та конкурентне середовище. Детальний аналіз ринку та конкурентного ландшафту є невід'ємною частиною процесу вибору стратегії. Необхідно оцінити розмір ринку, темпи його зростання, рівень конкуренції, бар'єри для входу та вихідні тенденції. Це допоможе визначити найбільш перспективні напрямки для зростання та розробити відповідну стратегію масштабування.
2. Наявні ресурси та можливості. Компанія повинна об'єктивно оцінити свої наявні ресурси, включаючи фінансові, людські, технологічні та операційні активи. Обрана стратегія має відповідати реальним можливостям компанії та забезпечувати ефективне використання наявних ресурсів.
3. Цілі та показники успіху. Чітко визначені цілі та ключові показники ефективності (KPI) є основою для вибору відповідної стратегії масштабування. Важливо встановити реалістичні, але амбітні цілі, як кількісні (наприклад, обсяг продажів, частка ринку), так і якісні (покращення іміджу бренду, задоволеність клієнтів).

4. Ризики та потенційні перешкоди. Потрібно ретельно проаналізувати можливі ризики та перешкоди, пов'язані з різними варіантами стратегій масштабування. Це може включати фінансові, операційні, регуляторні чи інші типи ризиків. Належна оцінка та розробка планів пом'якшення ризиків є важливою складовою успішного масштабування.
5. Гнучкість та адаптивність. В умовах мінливого ринкового середовища стратегія масштабування повинна бути достатньо гнучкою та адаптивною, щоб реагувати на зміни та нові можливості. Компанія має бути готова своєчасно переглядати та коригувати свою стратегію за потреби.
6. Тривалість та масштаби зростання. Важливо визначити, чи компанія прагне досягти швидкого, але обмеженого зростання, чи вона має більш довгострокову перспективу поступового масштабування. Від цього залежатиме вибір відповідної стратегії та підходів.

Врахування цих критеріїв допоможе компанії обрати найбільш оптимальну стратегію масштабування, яка максимально відповідатиме її специфічним потребам, цілям та ресурсам. Це забезпечить міцну основу для успішного зростання бізнесу в довгостроковій перспективі.

## **1.2 Аналіз процесу розробки стратегії масштабування бізнесу**

У даному розділі роботи проводиться детальний аналіз процесу розробки стратегії масштабування бізнесу. Сучасний етап розвитку економіки вимагає від підприємств не тільки здатності ефективно функціонувати у встановлених масштабах, але й забезпечити їх стратегічне зростання та розвиток. Отже, основу ефективної стратегії масштабування бізнесу повинен закладати всебічний аналіз ринкового середовища, здатності підприємства адаптуватись до змін, а також прогнозування потенційних можливостей та загроз.

Перше, що береться до уваги під час розробки стратегії масштабування бізнесу - дослідження ринкової ситуації та конкурентної середовища. Це включає в

себе аналіз попиту та пропозиції, вивчення основних конкурентів та їх стратегій, а також з'ясування особливостей цільових сегментів ринку. Оцінка конкурентного середовища дозволяє ідентифікувати унікальні переваги підприємства і визначити можливі стратегічні напрями розвитку.

Наступний крок включає в себе аналіз внутрішніх ресурсів та потенціалу компанії на предмет їх відповідності вимогам масштабування бізнесу. Це передбачає перегляд поточного стану фінансів, використовуваних технологій, кваліфікації персоналу та систем управління. Особлива увага приділяється юніт-економіці, що допомагає зрозуміти економічну доцільність збільшення обсягів виробництва чи послуг.

Розробка ефективної стратегії масштабування також передбачає обов'язкове моделювання різних сценаріїв розвитку та оцінку їх фінансових наслідків для компанії. Це забезпечує виявлення оптимальних шляхів реалізації задуманого плану росту, враховуючи потенційні ризики та припускаючи можливі зміни у зовнішньому та внутрішньому середовищі бізнесу.

У підсумку, аналіз процесу розробки стратегії масштабування бізнесу демонструє, що успіх даного процесу багато в чому залежить від всебічності проведеного дослідження. Обґрунтоване прийняття рішень на основі юніт-економіки, детальне вивчення ринку та власних можливостей, а також точне моделювання майбутніх перспектив і ризиків - все це становить основу для розробки вдалої стратегії масштабування, спрямованої на створення стійких конкурентних переваг бізнесу на довгострокову перспективу.

### **1.2.1 Ідентифікація стратегічних цілей та завдань**

Масштабування бізнесу є ключовим аспектом розвитку будь-якої компанії, що прагне досягти успіху на ринку. Важливим етапом у стратегічному плануванні масштабування є ідентифікація стратегічних цілей та завдань, які допомагають організації визначити напрями для розвитку та встановити конкретні дії для

їхнього досягнення. Цей розділ дипломної роботи присвячений аналізу ключових методів та підходів до визначення стратегічних цілей та завдань у контексті масштабування бізнесу.

В одному з джерел зазначено, що систематичний аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища компанії є основою для ідентифікації стратегічних цілей. Цей процес включає в себе методики, такі як SWOT-аналіз, PEST-аналіз та аналіз п'яти сил Портера, які дозволяють компанії оцінити свої сильні та слабкі сторони, а також ідентифікувати можливості для розвитку та потенційні загрози. [4]

Як зазначено в іншому дослідженні, формулювання стратегічних цілей вимагає чіткого розуміння місії та цінностей компанії. Цілі повинні бути конкретними, вимірними, досяжними, релевантними та часово обмеженими (SMART). Встановлення таких цілей допомагає компанії зосередитися на важливих напрямках діяльності та сприяє ефективному розподілу ресурсів. [5]

Також важливим аспектом є визначення ключових показників ефективності (KPIs), які дозволяють компанії моніторити прогрес у досягненні встановлених цілей. В одному з наукових праць підкреслюється, що правильно обрані KPIs можуть служити вагомим інструментом для контролю за ефективністю виконання стратегічних завдань та коригування стратегій у відповідності до змінюваних обставин. [6]

На завершення, ідентифікація стратегічних цілей та завдань є критичною для успішного масштабування бізнесу. Цей процес вимагає глибокого аналізу зовнішнього та внутрішнього середовища компанії, чіткого розуміння її місії та цінностей, а також ретельного вибору ключових показників ефективності для моніторингу прогресу. Використання цих підходів дозволяє компанії ефективно планувати розвиток та адаптуватись до змінних умов ринку.

### **1.2.2 Розгляд інструментів та методик стратегічного планування**

У цьому розділі, ми докладно розглядаємо інструменти та методики стратегічного планування. Стратегічне планування є критично важливим аспектом управління бізнесом, яке дає змогу компаніям визначити своє стратегічне направлення та розробити плани досягнення своїх цілей.

Важливість стратегії масштабування була підкреслена через аналіз моделі Blue Ocean, який показує, як компанії можуть виявити та використати нові ринкові ніші, де конкуренція є мінімальною. Цей підхід забезпечує довгострокові переваги для бізнесу, відкриваючи недооцінені ринки. [7]

Також була розглянута стратегія "Голубого океану" як інструмент виходу на нові ринки. Цей метод дозволяє компаніям створювати новий попит у незвіданих або мало конкурентних ринкових сегментах, що може значно збільшити прибутковість та зменшити ризики. [8]

Останній інструмент, який було проаналізовано, це портфельна стратегія BCG Matrix, що дозволяє оцінити ринкові можливості для різних продуктів чи бізнес-підрозділів, виходячи з їхнього ринкового зростання та частки ринку. Цей інструмент використовується для оптимізації розподілу ресурсів серед різних бізнес-одиниць. [9]

На закінчення, слід підсумувати, що систематичне застосування цих підходів може значно підвищити ефективність стратегічного планування та сприяти досягненню довгострокового успіху компанії.

### **1.3 Розгляд теоретичних аспектів економіко-математичного моделювання життєвої цінності користувача для визначення стратегії масштабування**

У процесі розробки та реалізації стратегії масштабування бізнесу важливим елементом є визначення життєвої цінності користувача або клієнта (Lifetime Value, LTV). Цей показник відображає сукупний грошовий потік, який компанія може

очікувати від клієнта протягом усього періоду його взаємодії з нею. Точне обчислення LTV дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення щодо залучення нових клієнтів, утримання існуючих, оптимізації маркетингових витрат та розподілу ресурсів.

Розуміння та застосування економіко-математичних моделей LTV дозволить компаніям отримати цінні дані для прийняття стратегічних рішень щодо масштабування бізнесу. Це забезпечить більш точне прогнозування майбутніх грошових потоків, оптимізацію маркетингових зусиль та ефективний розподіл ресурсів для максимізації загальної цінності клієнтської бази.

### **1.3.1 Методи оцінки життєвої цінності користувача**

У цьому розділі, представлено детальний огляд різноманітних підходів і технік, що використовуються у сучасних дослідженнях та розробках у галузі. Життєва цінність користувача (LTV) є критично важливою метрикою для бізнесу, адже вона дозволяє оцінити потенційний дохід, який користувач може принести компанії за час взаємодії з продуктом чи послугою.

В одному з джерел обговорюється інноваційна система прогнозування LTV, яка була впроваджена компанією Kuaishou. У цій роботі представлено комплекс рішень для моделювання LTV на промисловому рівні, зокрема введення Сеті залежностей за порядком (ODMN) та модуля MDME, які значно покращують точність моделі. Важливим нововведенням є також впровадження нового критерію оцінки - взаємного індексу Gini, який дозволяє ефективніше вимірювати розходження між оцінкою та реальною вартістю LTV. [10]

У наступному дослідженні акцент робиться на аналіз методів профілювання користувачів на основі їхніх явних переваг щодо характеристик товарів або послуг, таких як, наприклад, жанр фільмів чи режисери. Автори розробили власну базу даних експліцитних переваг користувачів і порівняли її з імпліцитними профілями користувачів, сформованими за допомогою сучасних методів. Висновки цього

дослідження вказують на значні розбіжності між двома типами профілів, зокрема у сфері відповідності інтересів користувачів, що підкреслює потребу у вдосконаленні методів профілювання. [11]

Ще одне дослідження, присвячене прогнозуванню життєвої цінності користувачів у соціальній мережі Jodel, показує, як за допомогою машинного навчання можна ефективно оцінити тривалість взаємодії користувача з сервісом. Використання методу випадкового лісу дало дуже потужні результати, перевершуючи інші моделі згідно з обраними критеріями оцінки. [12]

Підсумовуючи, у даному розділі розглянуто низку сучасних методів і підходів оцінки життєвої цінності користувача, від евристичних моделей до комплексних систем, заснованих на машинному навчанні. Кожен з обговорених матеріалів допомагає краще зрозуміти виклики, які стоять перед бізнесом при оцінці LTV, та надає цінні інсайти для їх вирішення.

### **1.3.2 Застосування моделювання у формуванні стратегії**

У даному розділі увагу приділено застосуванню моделювання для формування стратегій розвитку та масштабування бізнесу. Моделювання, як інструмент прогнозування та оптимізації, відіграє вирішальну роль у розробці ефективних та успішних стратегій. В цьому контексті розглядається застосування різних підходів до моделювання у світлі актуальних досліджень та висновків.

В одному з джерел, які аналізуються у цьому розділі, розглядається застосування ймовірнісного моделювання та автоматизованих рамок машинного навчання для вирішення задач із великою кількістю вхідних та вихідних параметрів у полі високих напружень. Тут акцент робиться на здатності таких методів сурогатного моделювання імітувати поведінку складних комп'ютерних моделей без значної втрати в точності прогнозування, не зважаючи на високу розмірність вхідних та вихідних даних. [13]

У відношенні до іншого вивченого джерела, темою якого є застосування двотемпературної моделі для дослідження процесу формування періодичних структур на поверхні кремнію в наслідок взаємодії з фемтосекундним лазером, наголошено на ефективності чисельного моделювання для висвітлення механізмів формування спостережуваних експериментально патернів. Це дослідження свідчить про можливість узагальнення підходів моделювання для розробки стратегій масштабування бізнесу, особливо коли мова йде про технологічно складні сфери діяльності. [14]

У підсумку, аналіз застосування різноманітних методів моделювання вказує на їх значення та ефективність для формування стратегічних рішень у сфері розвитку та масштабування бізнесу. Через інтеграцію ймовірнісного моделювання, сурогатного моделювання та машинного навчання вдається досягти високої адаптивності та точності в прогнозах, що є ключем до успішного стратегічного планування у сучасному динамічному бізнес-середовищі.

#### **1.4 Вибір бізнес-стратегії підприємства**

Вибір бізнес-стратегії підприємства є одним з ключових аспектів його довгострокового успіху та стабільного розвитку. У цій главі розглянемо основні методики та підходи до вибору бізнес-стратегії, опираючись на дослідження, проведені в наукових працях.

За результатами досліджень [15], одним із головних завдань підприємства є визначення оптимальної бізнес-стратегії, яка враховувала б як внутрішні, так і зовнішні чинники впливу. Вона зазначає, що в сучасних умовах відсутній єдиний набір базових бізнес-стратегій, які могли б дати чіткі рекомендації щодо подальшого розвитку підприємства. Існуючі матричні інструменти, такі як матриця «Мак Кінзі – Дженерал Електрик», «Shell/DPM», метод SPACE-аналізу та інші, не завжди включають повний перелік чинників, необхідних для визначення стратегії. Наприклад, матриця «Мак Кінзі – Дженерал Електрик» оцінює привабливість ринку

та конкурентоспроможність, але не враховує безпосередні чинники впливу, які можуть суттєво змінювати конкурентну позицію підприємства.

Згідно з дослідженням [15], запропонована матриця бізнес-стратегій враховує всі чинники впливу на підприємство, включаючи як макросередовище, так і мікросередовище. Вона є двофакторною: вісь абсцис відображає силу ринкового впливу на підприємство, а вісь ординат – конкурентну позицію підприємства. Ця матриця містить шість квадрантів, кожен з яких характеризує певний вид бізнес-стратегії:

1. Стратегія зосередження - вибір ринкової ніші, яка максимально відповідає вимогам підприємства, та здійснення діяльності, спрямованої на максимальну відповідність до вимог цільової аудиторії.
2. Стратегія інтенсифікації - збільшення обсягів продажу та розширення меж ринку за рахунок використання існуючої бізнес-моделі підприємства.
3. Стратегія збереження - підтримка позицій лідера на ринку, моніторинг споживчих потреб та максимізація прибутку.
4. Стратегія змін - адаптація підприємства до умов ринку та вимог споживачів, оптимізація діяльності та зміна цільової аудиторії.
5. Стратегія зростання - масштабування діяльності підприємства та вихід на нові ринки.
6. Стратегія досягнення лідерства - підвищення конкурентоспроможності підприємства шляхом перегляду особливостей ведення основної діяльності або пошук нових рішень, розширення меж цільового ринку.

У іншому дослідженні [16] розглянуто практичне застосування кейс-методу для вибору бізнес-стратегії підприємства. Збірник кейсів, підготовлений міжнародною групою авторів, включає приклади формування та впровадження стратегій на вітчизняних і зарубіжних підприємствах. Наприклад, у кейсі «Приборкати "Турбоатом": чи легко банкіру керувати заводом» описується, як Віктор Суботін, генеральний директор «Турбоатому», зміг забезпечити стабільний

розвиток підприємства, впроваджуючи нові бізнес-стратегії, орієнтовані на міжнародний ринок. Це демонструє, як стратегічне управління та адаптація до змінних умов ринку можуть допомогти підприємству зберігати конкурентну позицію та нарощувати обсяги виробництва.

Запропонована матриця бізнес-стратегій в дослідженні [15] дозволяє підприємствам обрати оптимальний напрям розвитку в залежності від їх конкурентної позиції та сили ринкового впливу. Ця матриця є інструментом для визначення функціональних стратегій, які знаходяться у прямій залежності від неї. Дослідження [16] підкреслює важливість використання кейс-методу у навчальному процесі, що дозволяє студентам та практикам аналізувати реальні ситуації та формувати власні стратегії на основі отриманих знань. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на визначення зв'язку між обраною бізнес-стратегією підприємства та його маркетинговою товарною стратегією, що дозволить забезпечити комплексний підхід до управління та розвитку підприємства.

### **Висновки до першого розділу**

У першому розділі дипломної роботи, присвяченій моделюванню та розробці стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки для мобільного додатку, розглядається значущість стратегічного планування у процесі масштабування бізнесу. Особливий акцент робиться на важливості розроблення чіткого плану дій, заснованого на теоретичних засадах та наявному практичному досвіді. Це дозволить ефективно використовувати ресурси компанії та досягати запланованих результатів з мінімальними ризиками. Ключовим аспектом є визначення основних параметрів, на основі яких здійснюватиметься масштабування мобільного додатка. Вибір правильних критеріїв та методів оцінки є критичним для забезпечення високої ефективності юніт-економіки, що, в свою чергу, стане фундаментом для подальшого зростання бізнесу.

Теоретичні основи формування стратегії масштабування охоплюють широкий спектр тем – від аналізу ринку та визначення цільової аудиторії до відпрацювання маркетингових стратегій та оптимізації продукту. Цей розділ містить ґрунтовний аналіз існуючих теоретичних підходів та концепцій, які можуть бути застосовані для розробки стратегії масштабування. Окремо в цьому розділі розглядається роль юніт-економіки у процесі масштабування мобільного додатка. Тут аналізуються різні аспекти, що впливають на формування вартості юніта та його прибутковості – ключових показників для успішного масштабування бізнесу.

Підсумовуючи, теоретичні аспекти формування та вибору стратегії для масштабування мобільного додатка закладають основу для практичної реалізації проекту. Розуміння та правильне застосування теоретичних знань є вирішальним фактором у плануванні та виконанні стратегії масштабування. Ефективне використання юніт-економіки дозволяє оптимізувати процеси, мінімізувати ризики та значно збільшити шанси на успішну реалізацію цілей компанії.

## **РОЗДІЛ 2: ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МАСШТАБУВАННЯ**

У цьому розділі ми розглянемо проблематику масштабування мобільного B2C застосунку, використовуючи дані, які відображають взаємодію користувачів з різними рекламними каналами. Основна мета полягає в оптимізації маркетингових витрат та підвищенні ефективності рекламних кампаній з метою збільшення конверсій та доходів. Мобільні застосунки часто зіштовхуються з викликами, пов'язаними з ефективним залученням користувачів та їх утриманням. Водночас, необхідно максимізувати ROI (повернення інвестицій) рекламних кампаній, оптимізувавши витрати та вибравши найефективніші канали для просування.

Для досягнення цієї мети ми проведемо аналіз даних, щоб визначити рекламні канали з найвищою та найнижчою ROI, розробимо прогнозні моделі для оцінки поведінки користувачів на основі рекламних взаємодій, а також оптимізуємо розподіл рекламного бюджету з використанням методів машинного навчання для підвищення загальної ефективності рекламних кампаній.

Цілі включають не тільки збільшення загальної кількості конверсій та доходів, але й розуміння демографічних та географічних особливостей користувачів, які можуть вплинути на успіх рекламних кампаній. Завдяки цьому аналізу ми зможемо точніше таргетувати рекламні зусилля, оптимізуючи використання ресурсів і підвищуючи загальну рентабельність інвестицій.

### **2.1 Формулювання умови задачі масштабування мобільного B2C застосунку**

У цьому розділі ми розглянемо проблематику масштабування мобільного B2C застосунку з використанням даних, які відображають взаємодію користувачів з різними рекламними каналами. Основна мета полягає в оптимізації маркетингових витрат та підвищенні ефективності рекламних кампаній з метою збільшення конверсій та доходів.

Мобільні застосунки часто зіштовхуються з викликами, пов'язаними з ефективним залученням користувачів та їх утриманням. Водночас, необхідно максимізувати ROI (повернення інвестицій) рекламних кампаній, оптимізувавши витрати та вибравши найефективніші канали для просування.

Завдання:

1. Аналіз даних для визначення каналів із найвищою та найнижчою ROI.
2. Розробка прогнозних моделей для визначення поведінки користувачів на основі рекламних взаємодій.
3. Оптимізація розподілу бюджету на рекламу з використанням методів машинного навчання для підвищення загальної ефективності рекламних кампаній.

Цілі включають не тільки збільшення загальної кількості конверсій та доходів, але й розуміння демографічних та географічних особливостей користувачів, які можуть вплинути на успіх рекламних кампаній. Завдяки цьому аналізу можна буде точніше таргетувати рекламні зусилля, оптимізуючи використання ресурсів і підвищуючи загальну рентабельність інвестицій.

### **2.1.1 Визначення критеріїв успіху масштабування**

Для ефективного масштабування мобільного B2C застосунку важливо чітко визначити критерії успіху, які дозволять оцінювати прогрес та ефективність впроваджених стратегій. Критерії успіху мають бути вимірними, релевантними та специфічними до цілей бізнесу та специфіки ринку, на якому компанія оперує. Ось основні критерії, які ми використовуємо для оцінки успіху масштабування:

1. Зростання кількості активних користувачів (MAU та DAU). Моніторинг щоденних (DAU) та щомісячних (MAU) активних користувачів допомагає визначити загальну зацікавленість і відданість користувачів застосунку. Значне зростання цих показників свідчить про успішне залучення та утримання клієнтів.

2. Конверсійні ставки. Висока конверсія з реєстрацій користувачів до активних користувачів або з взаємодій в застосунку до фактичних покупок чи підписок є ключовим показником, що відображає ефективність застосунку в залученні та монетизації аудиторії.
3. Вартість залучення клієнта (CAC). Контроль за витратами на залучення нових користувачів є важливим для забезпечення фінансової стійкості проекту. Цей показник дозволяє оцінити, чи є витрати на маркетинг виправданими з огляду на дохід, який приносить користувач.
4. Середня дохід на користувача (ARPU). Збільшення ARPU свідчить про зростання ефективності монетизації наявної бази користувачів, що є критично важливим для масштабування бізнесу.
5. Відсоток утримання користувачів (Retention Rate). Високий рівень утримання користувачів показує, що застосунок успішно задовольняє потреби своїх користувачів, що є знаком стійкості та потенціалу для довгострокового росту.
6. ROI рекламних кампаній. Здатність рекламних кампаній генерувати більший дохід, ніж вони коштують, є фундаментальною для успішного масштабування. Цей показник допомагає оцінити, чи ефективно використовуються бюджети на маркетинг.
7. Задоволеність користувачів. Оцінки користувачів та відгуки на платформах, таких як App Store чи Google Play, можуть вказувати на загальне сприйняття застосунку та його функціональності.

Ці критерії дозволяють не тільки оцінити поточний стан масштабування, але й спланувати майбутні дії для покращення продукту та маркетингових стратегій. Завдяки цьому можна не тільки збільшити базу користувачів, але й покращити їх досвід, що є ключовим для тривалого успіху мобільного застосунку.

### 2.1.2 Розробка гіпотез масштабування

Для успішного масштабування мобільного B2C застосунку критично важливо розробити ефективні гіпотези, базовані на аналізі даних та спрямовані на оптимізацію маркетингових витрат і покращення залучення користувачів. Основна гіпотеза полягає у вдосконаленні рекламних кампаній через адаптацію стратегій залежно від поведінки користувачів та результатів предиктивної аналітики.

Процеси оптимізації та машинного навчання включають:

1. Лінійне програмування для оптимізації бюджету реклами. Використовуючи метод лінійного програмування, ми максимізуємо дохід, виходячи з обмеження по бюджету. Це забезпечує алокацію ресурсів найбільш прибутковим каналам реклами на основі історичних даних. Завдання полягає в тому, щоб мінімізувати витрати, не знижуючи при цьому ефективність кампаній.
2. Використання машинного навчання для прогнозування поведінки користувачів. Розробка моделей машинного навчання, що можуть прогнозувати реакцію користувачів на рекламні кампанії. Ці моделі використовують історичні дані для оцінки, які канали, типи реклам, та креативи є найефективнішими у залученні користувачів. Вони дозволяють адаптувати рекламні стратегії в реальному часі, оптимізуючи розподіл рекламного бюджету.
3. Аналітика в реальному часі. Інтеграція інструментів для аналізу даних у реальному часі, щоб відслідковувати ефективність рекламних кампаній і оперативно коригувати рекламні тактики відповідно до змін у поведінці користувачів та ринкових умов.

Ці підходи дозволяють комплексно підходити до масштабування застосунку, забезпечуючи високий рівень персоналізації та адаптивності маркетингових зусиль, що є ключовими для досягнення стійкого росту та збільшення валового доходу.

### **2.3 Розробка моделі оцінки рекламних джерел залучення користувачів за допомогою економіко-математичних методів для визначення стратегії масштабування**

У цьому розділі ми зосередимося на розробці комплексної моделі, яка дозволить оцінити ефективність різних джерел залучення користувачів та визначити оптимальні стратегії для масштабування бізнесу. Основна мета полягає у використанні економіко-математичних методів та інструментів штучного інтелекту для аналізу великої кількості даних про взаємодії з користувачами. Це дозволить не тільки виявити найбільш продуктивні рекламні канали, але й адаптувати маркетингові кампанії в реальному часі, оптимізувати витрати і максимізувати загальну ефективність.

Першим етапом є створення датасету, оскільки у відкритих джерелах датасети, що підходять саме під умови цієї роботи не було знайдено. Ми генеруємо синтетичні дані, що імітують реальні показники від залучення користувачів протягом року. Цей датасет включає інформацію про взаємодії користувачів із різними рекламними каналами, їх реакції на рекламні кампанії, а також конверсії та витрати, пов'язані з кожним каналом.

Наступним кроком є тестування гіпотези за допомогою лінійного програмування. Ми використаємо методи лінійного програмування для оптимізації розподілу бюджету на рекламні кампанії. Це дозволяє максимізувати дохід від інвестицій у рекламу, виходячи з обмеженого бюджету та витрат на кожний канал.

Далі йде розробка та тестування моделей штучного інтелекту. Використання алгоритмів машинного навчання допомагає прогнозувати поведінку користувачів залежно від різних маркетингових стимулів. Ці моделі дозволяють аналізувати та передбачати ефективність різних рекламних стратегій, а також виявляти нові можливості для залучення користувачів.

Останнім етапом є імплементація динамічної інтеграції методів під час кампанії. Буде розроблена система, що інтегрує аналітичні моделі та машинне навчання в реальному часі, щоб оперативно коригувати рекламні кампанії, реагуючи на зміни у поведінці користувачів та ринкових умов. Це дозволяє не тільки оптимізувати витрати, але й постійно підвищувати загальну ефективність маркетингових заходів.

Кінцева мета цих заходів — створити гнучку та високоефективну систему, яка забезпечує стійке зростання та масштабування мобільного застосунку, опираючись на точні дані та передові методи аналізу.

### 2.3.1 Створення датасету та візуалізація

У цьому розділі ми фокусуємося на створенні детального датасету, який імітує реальні показники залучення користувачів через різні рекламні канали. Цей датасет становить основу для подальших аналізів та оптимізації рекламних кампаній. Він охоплює цілорічний період та включає дані з динамічно змінюваними значеннями витрат, кількості користувачів, конверсій та доходів, які залежать від специфіки кожного рекламного каналу. Значення, які приймає датасет описані в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 - значення створеного датасету

Колонка	Опис	Прийняті значення
Date	Дата проведення рекламної кампанії	ДД-ММ-РРРР
Channel	Рекламний канал	'Facebook Ads', 'Google Ads', 'Instagram Influencers', 'In-App Ads'

Cost	Вартість за користувача	Дійсні числа
Users	Кількість користувачів, залучених кампанією	Цілі числа
Conversions	Кількість конверсій	Цілі числа
Revenue	Дохід від користувача	Дійсні числа
Age	Вік користувача	18 до 65
Gender	Стать користувача	'Male', 'Female'
Location	Місцезнаходження користувача	'USA', 'Canada', 'UK', 'Australia', 'Other'

Далі відповідно до створеного датасету, був проведений EDA (Exploratory Data Analysis), зокрема розподіл ціни залучення користувача на Рисунку 2.1.

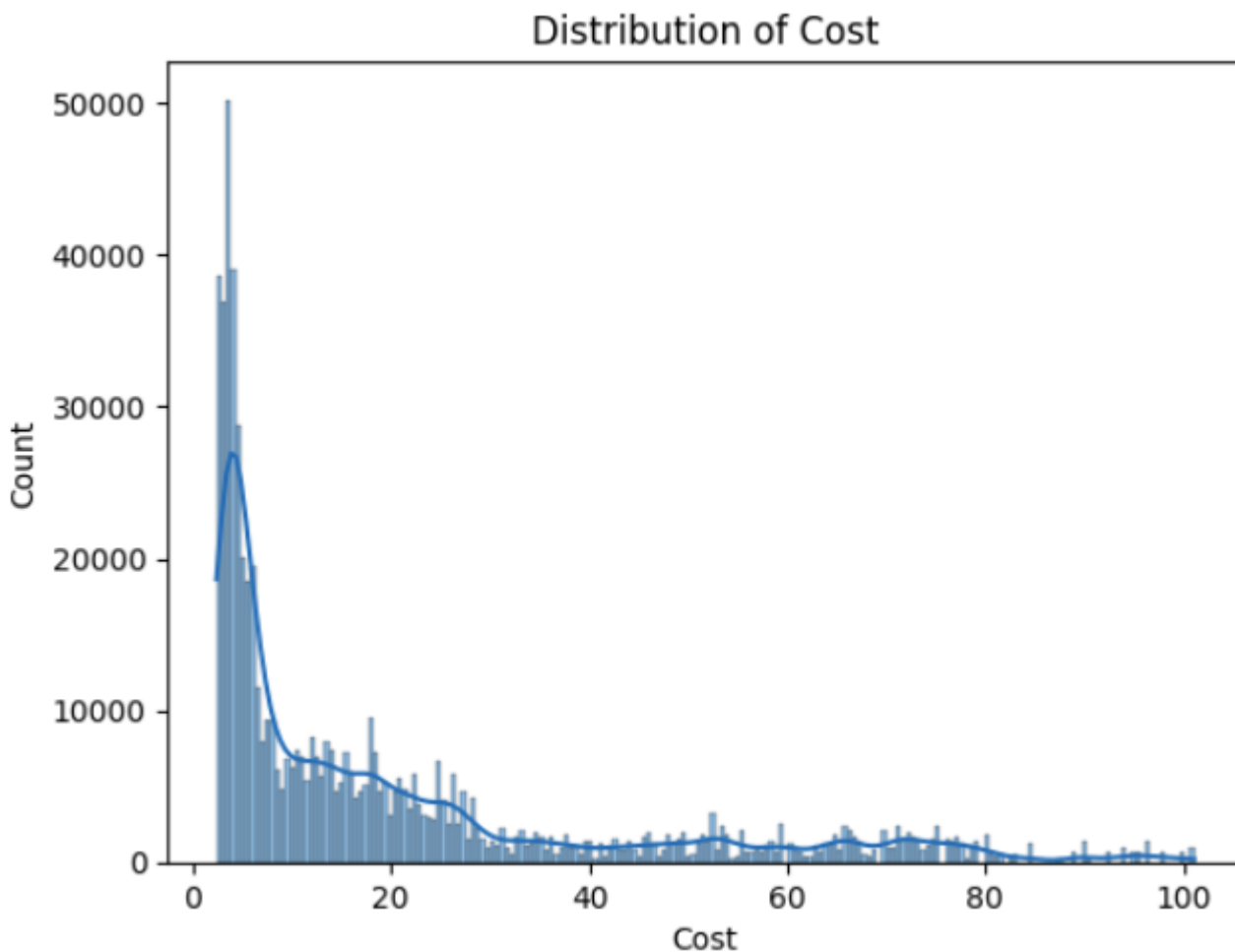


Рисунок 2.1 - Розподіл ціни залучення користувача

Як видно з рисунку 2.1, графік відображає розподіл вартості за користувача в різних кампаніях. Видно, що вартість в основному зосереджена в низькому діапазоні, з деякими випадками, де вартість досягає до 100 одиниць. Це вказує на варіативність витрат на користувача в залежності від каналу та специфіки кампаній. Далі розглянемо рисунок 2.2, Distribution of Conversions:

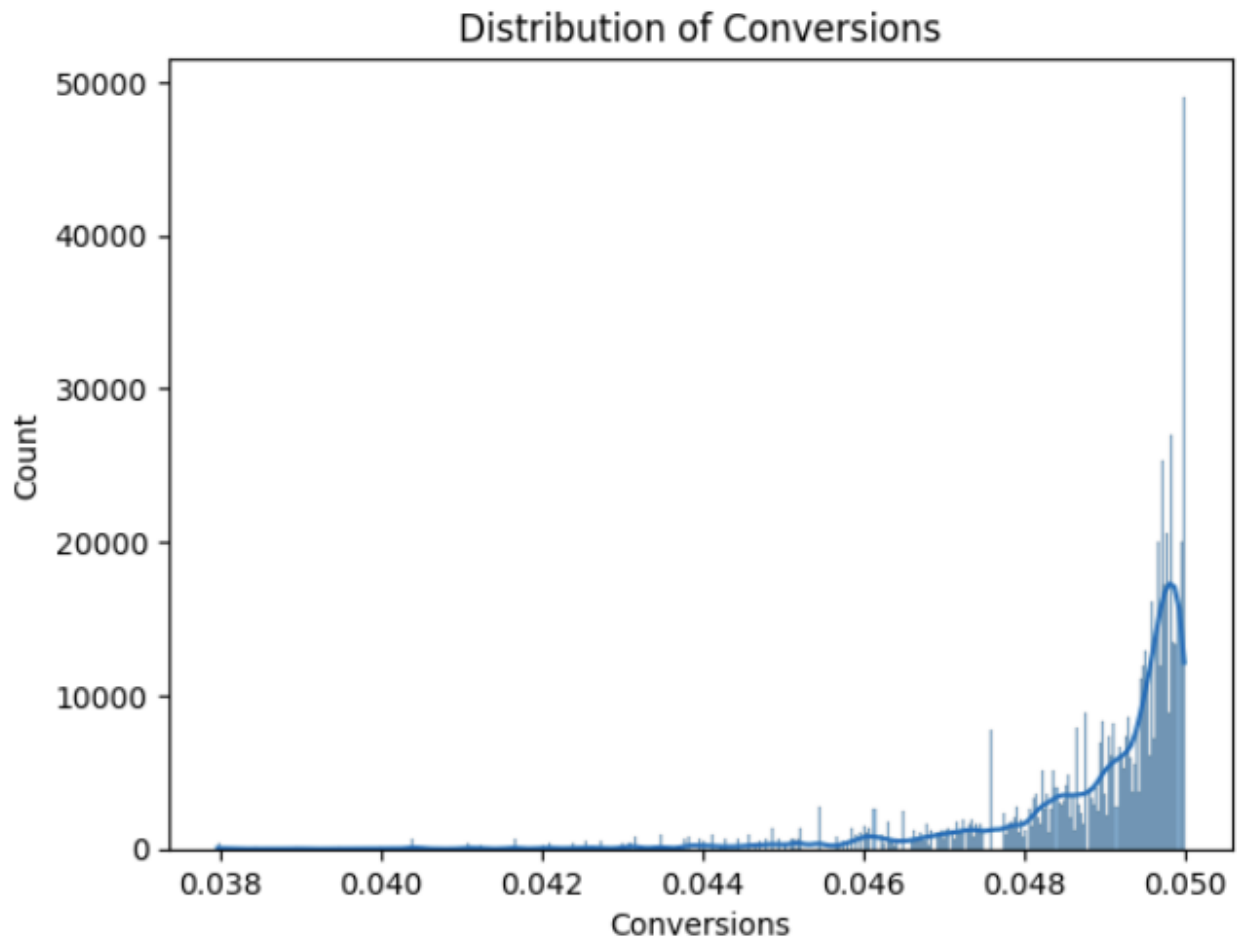


Рисунок 2.2 - Розподіл конверсій серед користувачів

Як видно з рисунку 2.2, на графіку зображено розподіл конверсій серед користувачів. Більшість значень конверсій зосереджені в діапазоні нижче 0.05, з кількома випадками, які досягають 0.05. Це може вказувати на низьку загальну ефективність кампаній або на високий рівень незалучених користувачів. Далі розглянемо рисунок 2.3, Distribution of Revenue:

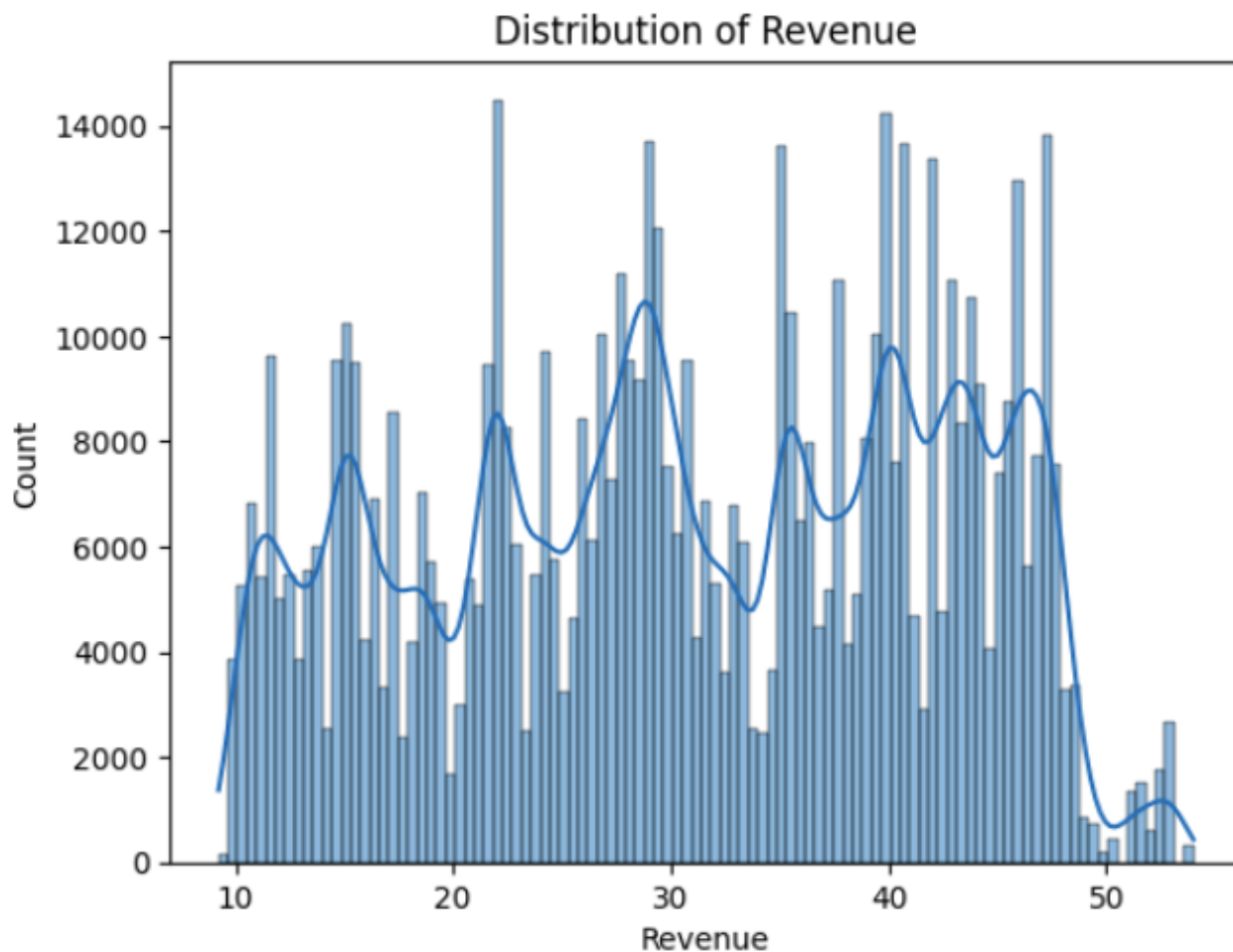


Рисунок 2.3 - Розподіл доходів

Як видно з рисунку 2.3, графік показує розподіл доходів, генерованих користувачами. Видно, що дохід флюктує в різних діапазонах, з піковими значеннями близько 30 одиниць. Це демонструє, що дохід може значно варіюватися в залежності від ефективності рекламних кампаній або сегменту користувачів. Далі розглянемо рисунок 2.4, Distribution of Channel:

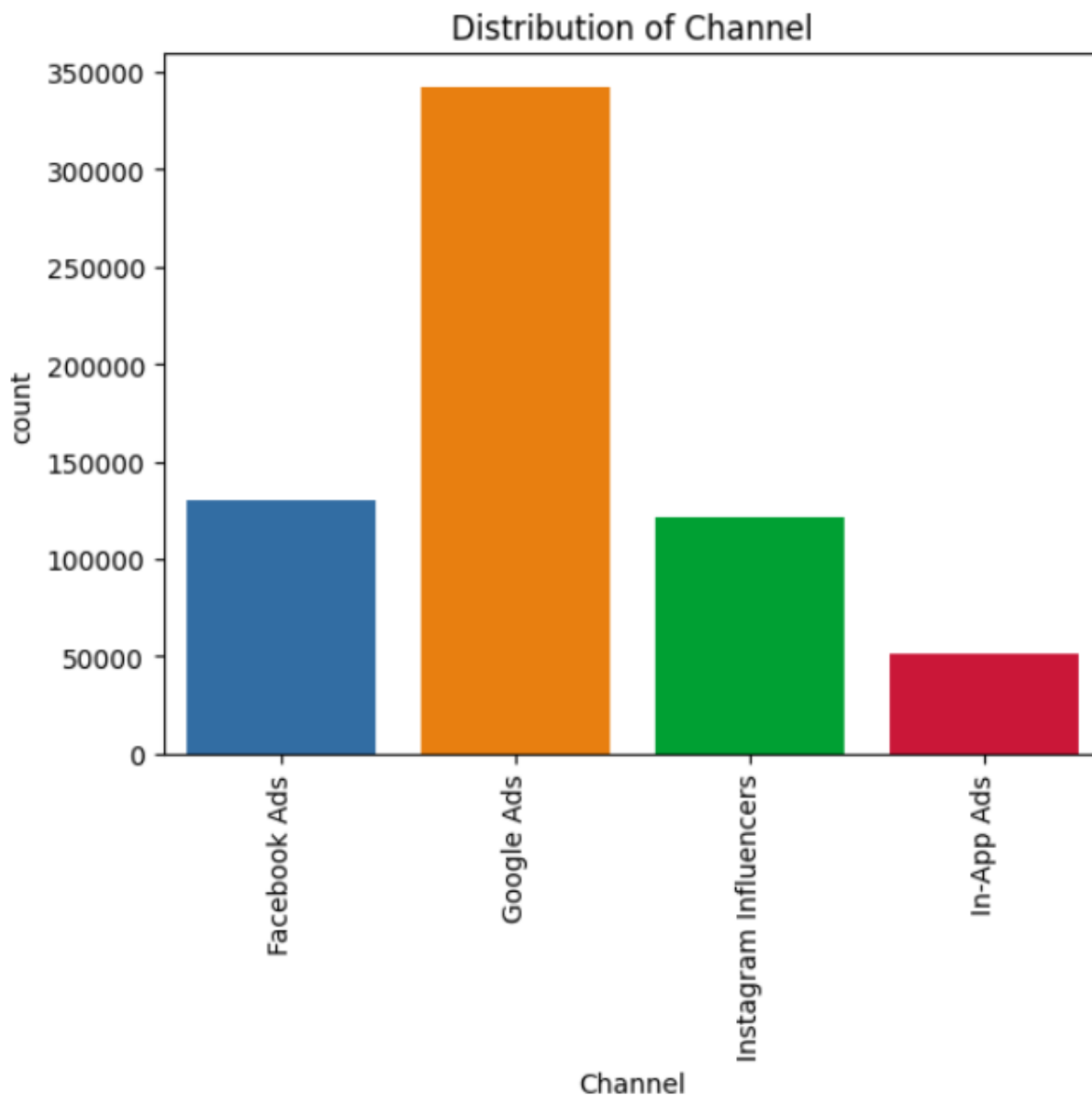


Рисунок 2.4 - Розподіл рекламних каналів

Як видно з рисунку 2.4, графік ілюструє кількість користувачів, залучених через різні рекламні канали. Google Ads є найпопулярнішим каналом, за ним йдуть Facebook Ads та Instagram Influencers, тоді як In-App Ads показує найменшу кількість залучених користувачів. Це може вказувати на потенціал для перерозподілу рекламного бюджету для оптимізації охоплення. Далі розглянемо рисунок 2.5, Distribution of Gender:

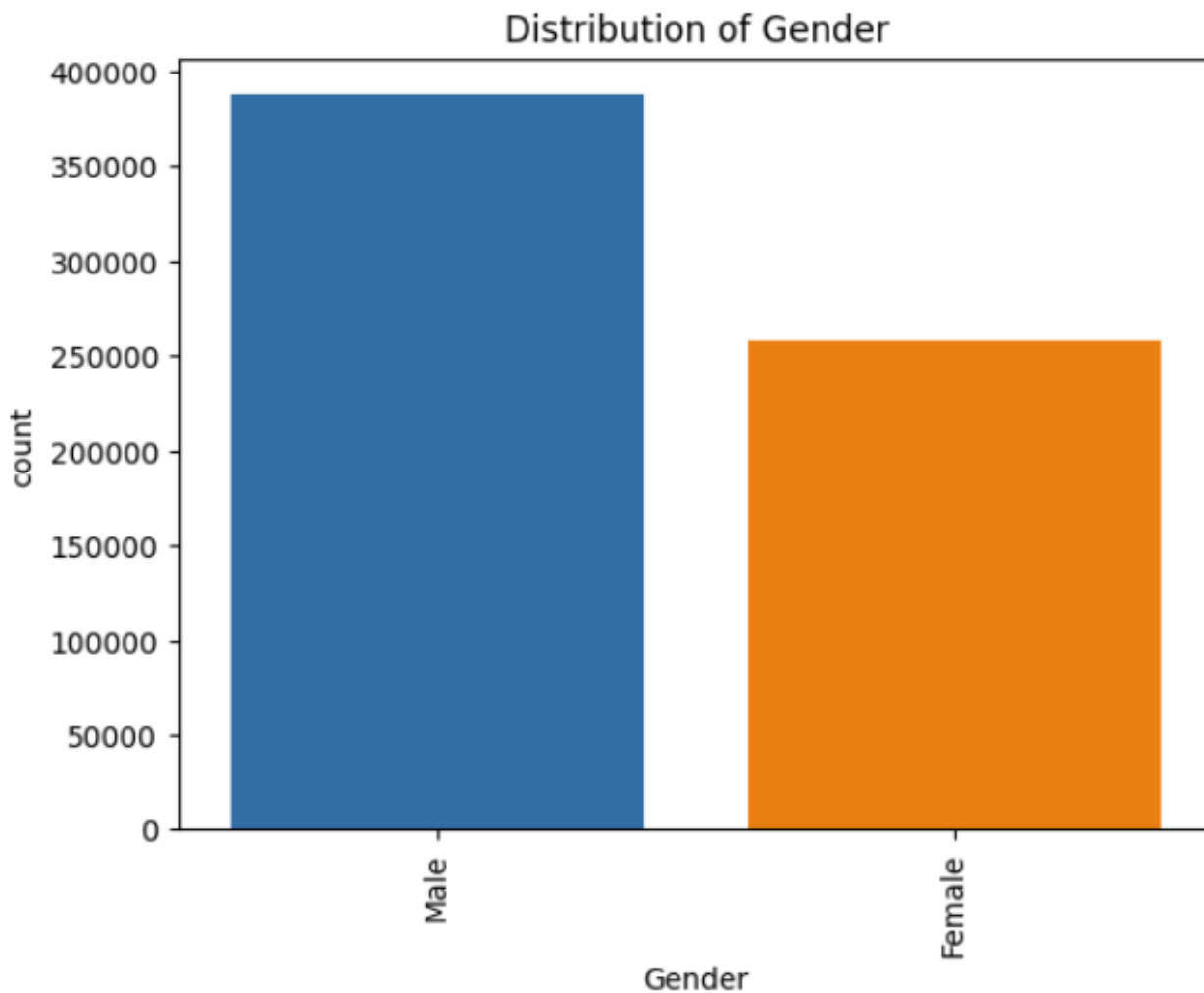


Рисунок 2.5 - Розподіл користувачів по статях

Як видно з рисунку 2.5, графік демонструє розподіл користувачів за статтю. Чоловіки становлять більшу частину користувачів у порівнянні з жінками, що може вказувати на більшу ефективність рекламних кампаній серед чоловічої аудиторії або на специфіку продукту, який більше цікавить чоловіків. Далі розглянемо рисунок 2.6, Distribution of Location:

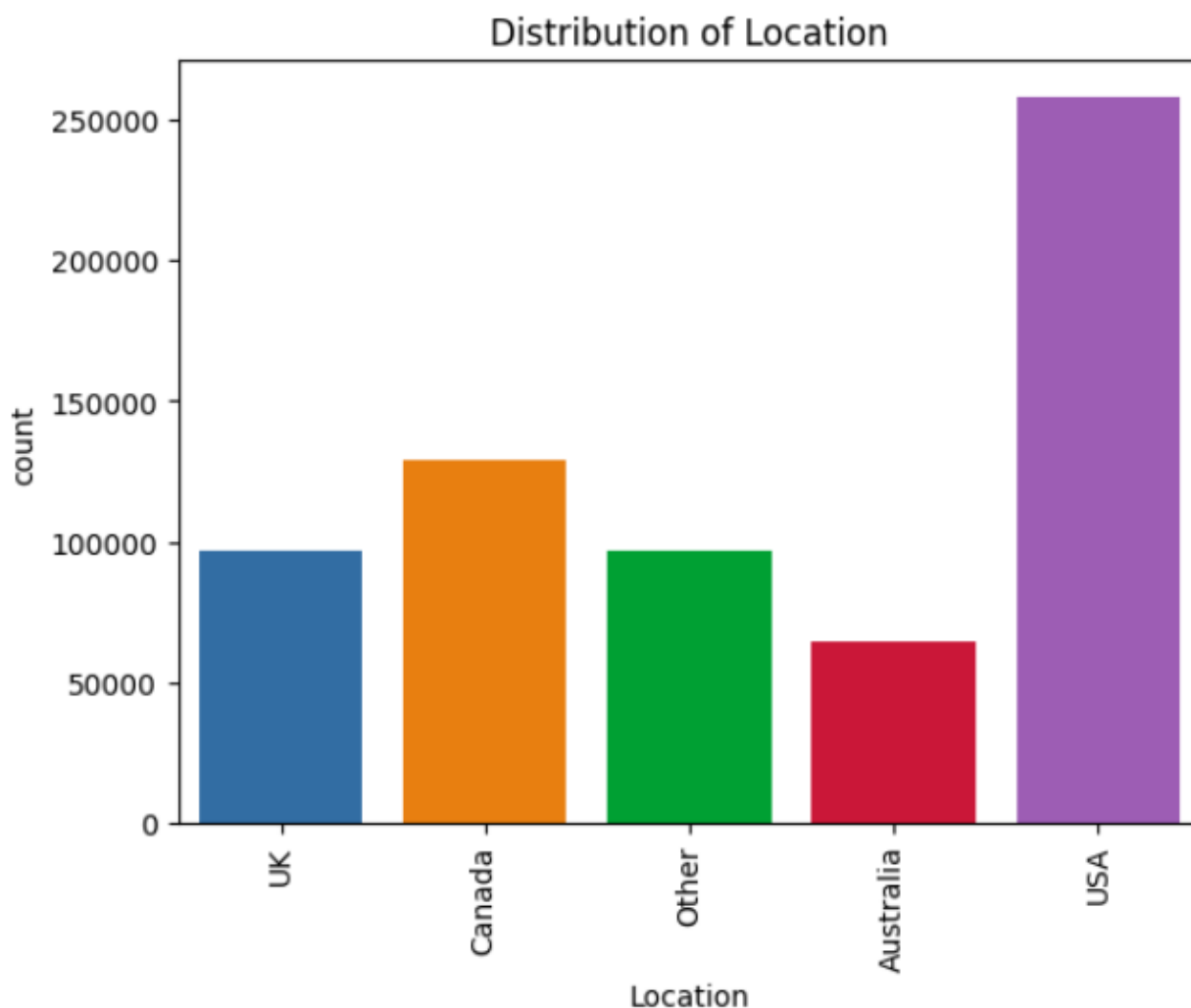


Рисунок 2.6 - Розподіл користувачів по локаціях

Як видно з рисунку 2.6, графік показує розподіл користувачів за географічним розташуванням. USA має найбільшу кількість користувачів, що відображає велику аудиторію застосунку в цій країні. Канада і Великобританія також мають значну кількість користувачів, тоді як Австралія та інші країни мають менші аудиторії.

В цьому розділі ми описали процес створення детального датасету, який імітує реальні показники залучення користувачів через різні рекламні канали, забезпечуючи основу для аналізу та оптимізації рекламних кампаній. Всього датасет налічує 642575 записів. Завдяки ретельно підготовленим даним, ми можемо

проводити глибокий аналіз взаємодії між витратами, кількістю користувачів, конверсіями та доходами, розглядаючи специфіку кожного рекламного каналу протягом цілого року.

### 2.3.2 Використання методів лінійного програмування для оптимізації рекламної кампанії

У цьому розділі розглядається використання методів лінійного програмування для оптимізації розподілу рекламного бюджету між різними каналами з метою максимізації доходів. Завдання оптимізації формулюється як проблема лінійного програмування, де кожен рекламний канал представлений змінною, що визначає частку витраченого бюджету. Цільова функція задачі спрямована на максимізацію загального доходу, що розраховується як вагова сума доходів від кожного каналу, в залежності від вкладеного бюджету.

Обмеження моделі включають умову, що загальні витрати по всіх каналах не повинні перевищувати встановлений загальний бюджет. Використовуючи бібліотеку PuLP та CBC MILP Solver, модель була застосована з отриманням оптимального розподілу бюджету. Результати роботи наведені на Рисунку 2.7:

```

Welcome to the CBC MILP Solver
Version: 2.10.3
Build Date: Dec 15 2019

command line - /opt/conda/lib/python3.10/site-packages/pulp/solverdir/cbc/linux/64/cbc /tmp/388f65386a204fd68849f116dca5f626-pul
p.mps -max -timeMode elapsed -branch -printingOptions all -solution /tmp/388f65386a204fd68849f116dca5f626-pulp.sol (default strat
egy 1)
At line 2 NAME          MODEL
At line 3 ROWS
At line 6 COLUMNS
At line 15 RHS
At line 17 BOUNDS
At line 18 ENDDATA
Problem MODEL has 1 rows, 4 columns and 4 elements
Coin0000I MODEL read with 0 errors
Option for timeMode changed from cpu to elapsed
Presolve 0 (-1) rows, 0 (-4) columns and 0 (-4) elements
Empty problem - 0 rows, 0 columns and 0 elements
Optimal - objective value 5292243.8
After Postsolve, objective 5292243.8, infeasibilities - dual 0 (0), primal 0 (0)
Optimal objective 5292243.813 - 0 iterations time 0.002, Presolve 0.00
Option for printingOptions changed from normal to all
Total time (CPU seconds):      0.00   (Wallclock seconds):      0.00

Cratyc: Optimal
Facebook Ads: 0.0
Google Ads: 0.50691714
Instagram Influencers: 0.0
In-App Ads: 0.0

```

Рисунок 2.7 - Результати роботи модуля з лінійним програмуванням

Результати показали, що найбільш ефективним каналом для інвестицій виявився Google Ads, де було виділено основну частку бюджету. Інші канали, такі як Facebook Ads, Instagram Influencers та In-App Ads, отримали значно менші або нульові інвестиції. Це підкреслює ефективність Google Ads у генерації доходу за даної моделі бюджету та доступних даних, результати наведено в таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 - Розподіл інвестицій по каналах

Канал розподілу	Інвестиції
Facebook Ads	0.0
Google Ads	0.51196723
Instagram Influencers: 0.0	0.0
In-App Ads: 0.0	0.0

Підсумовуючи, використання лінійного програмування дозволило ефективно розподілити рекламний бюджет, оптимізувавши доходи від рекламних кампаній. Метод забезпечив обґрунтоване кількісне рішення для визначення оптимального вкладення коштів у різні рекламні канали, що є ключовим для забезпечення рентабельності маркетингових витрат.

### **2.3.3 Вибір та порівняння моделей штучного інтелекту для покращення проведення рекламної компанії**

У цьому розділі ми розглянемо різні моделі машинного навчання, які можуть бути використані для покращення ефективності рекламних кампаній. Кожна модель буде описана з точки зору принципу її роботи, а також буде наведена відповідна математична формула.

Лінійна регресія є однією з найпростіших моделей регресії. Вона передбачає лінійну залежність між незалежними змінними та залежною змінною. Принцип роботи полягає у знаходженні найкращої лінії, яка мінімізує суму квадратів різниць між фактичними та передбаченими значеннями. Формула для лінійної регресії наведена нижче (2.1):

$$[y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n](2.1),$$

де  $(y)$  – залежна змінна,  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – незалежні змінні, а  $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  – коефіцієнти моделі.

Ридж-регресія (Ridge Regression) є модифікацією лінійної регресії, яка включає регуляризацію для зменшення перенавчання. Вона додає штраф за величину коефіцієнтів до функції втрат. Формула ридж-регресії наведена нижче (2.2):

$$[J(\beta) = \sum_{i=1}^m (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^n \beta_j^2](2.2)$$

де  $(\lambda)$  – параметр регуляризації.

Ласо-регресія (Lasso Regression) схожа на ридж-регресію, але використовує абсолютні значення коефіцієнтів для регуляризації, що призводить до автоматичного вибору ознак шляхом обнулення деяких коефіцієнтів. Формула ласо-регресії наведена нижче (2.3):

$$[J(\beta) = \sum_{i=1}^m (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^n |\beta_j|](2.3)$$

Random Forest (випадковий ліс) використовує ансамбль дерев рішень, кожне з яких навчається на різних підмножинах даних. Принцип роботи базується на комбінуванні передбачень всіх дерев для отримання фінального результату. Формула випадкового лісу для передбачення наведена нижче (2.5):

$$[\hat{y} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h_t(x)](2.4)$$

де ( T ) – кількість дерев, а  $(h_t(x))$  – передбачення ( t )-го дерева.

Gradient Boosting (градієнтний бустинг) будує модель поступово, додаючи нові дерева, які компенсують помилки попередніх. Принцип роботи полягає у мінімізації функції втрат шляхом послідовного навчання слабких моделей. Формула градієнтного бустингу (2.5):

$$[\hat{y}_i^{(m)} = \hat{y}_i^{(m-1)} + \nu \cdot h_m(x_i)](2.5)$$

де  $\nu$  – швидкість навчання, а  $(h_m(x_i))$  – нова слабка модель на ( m )-й ітерації.

Extra Trees (екстремальні дерева) схожі на випадковий ліс, але використовують всі доступні дані для кожного вузла і випадково вибирають поріг поділу. Це зменшує варіативність і покращує узагальнення. Формула передбачення (2.6):

$$[\hat{y} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h_t(x)](2.6)$$

Support Vector Regression (регресія на основі опорних векторів) використовує принципи методу опорних векторів для регресійних задач, мінімізуючи функцію втрат з  $\epsilon$ -чутливістю. Формула (2.7):

$$[\text{minimize } \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i] [\text{subject to } |y_i - (w \cdot x_i + b)| \leq \epsilon + \xi_i] (2.7)$$

де  $(w)$  – ваговий вектор,  $(\xi_i)$  – похибки,  $(C)$  – параметр регуляції.

K-Nearest Neighbors (K-ближчих сусідів) передбачає значення на основі значень найближчих сусідів у просторі ознак. Принцип роботи полягає у знаходженні  $(k)$  найближчих точок та обчисленні середнього значення для передбачення. Формула передбачення виглядає так (2.8):

$$[\hat{y} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_i] (2.8)$$

де  $(y_i)$  – значення найближчого сусіда, а  $(k)$  – кількість найближчих сусідів.

Decision Tree (дерево рішень) розбиває простір ознак на прямокутні області шляхом побудови дерева з вузлами, що відповідають умовам на ознаках. Принцип роботи полягає у рекурсивному поділі простору даних на підмножини, які найбільш однорідні щодо залежної змінної. Формула розрахунку значення у вузлі дерева (2.9):

$$[\hat{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i] (2.9)$$

де  $(N)$  – кількість спостережень у вузлі, а  $(y_i)$  – значення залежної змінної.

XGBoost (Extreme Gradient Boosting) є вдосконаленою реалізацією градієнтного бустингу з оптимізацією швидкості та ефективності. Принцип роботи схожий на градієнтний бустинг, але включає додаткові покращення, такі як регуляризація та обробка пропущених значень. Формула передбачення для XGBoost (2.10):

$$[\hat{y}_i^{(m)} = \hat{y}_i^{(m-1)} + \nu \cdot h_m(x_i)](2.10),$$

де  $\nu$  – швидкість навчання, а  $(h_m(x_i))$  – нова слабка модель на  $(m)$ -й ітерації.

LightGBM (Light Gradient Boosting Machine) використовує техніки розподіленого навчання для обробки великих обсягів даних та більш ефективного навчання. Принцип роботи базується на методах зниження вартості навчання та ефективного використання пам'яті. Формула передбачення для LightGBM аналогічна XGBoost (2.11):

$$[\hat{y}_i^{(m)} = \hat{y}_i^{(m-1)} + \nu \cdot h_m(x_i)](2.11)$$

Ці моделі можуть бути використані для покращення ефективності рекламних кампаній шляхом передбачення поведінки користувачів та оптимізації стратегії маркетингу.

#### **2.3.4 Розробка та валідація моделей штучного інтелекту для покращення та оптимізації проведення рекламної кампанії**

У цьому розділі ми застосовуємо різноманітні моделі машинного навчання для аналізу та оптимізації рекламних кампаній, використовуючи історичні дані про конверсії. Вдалося реалізувати цей підхід завдяки комбінації класичних та сучасних методів прогнозування, включаючи лінійну регресію, регресію Рідж, Лассо, а також більш складні ансамблеві моделі, такі як випадковий ліс, бустинг градієнтів та екстра-дерева. Застосування різних алгоритмів дозволило оцінити, які з них найкраще впораються з великою кількістю факторів та змінністю даних.

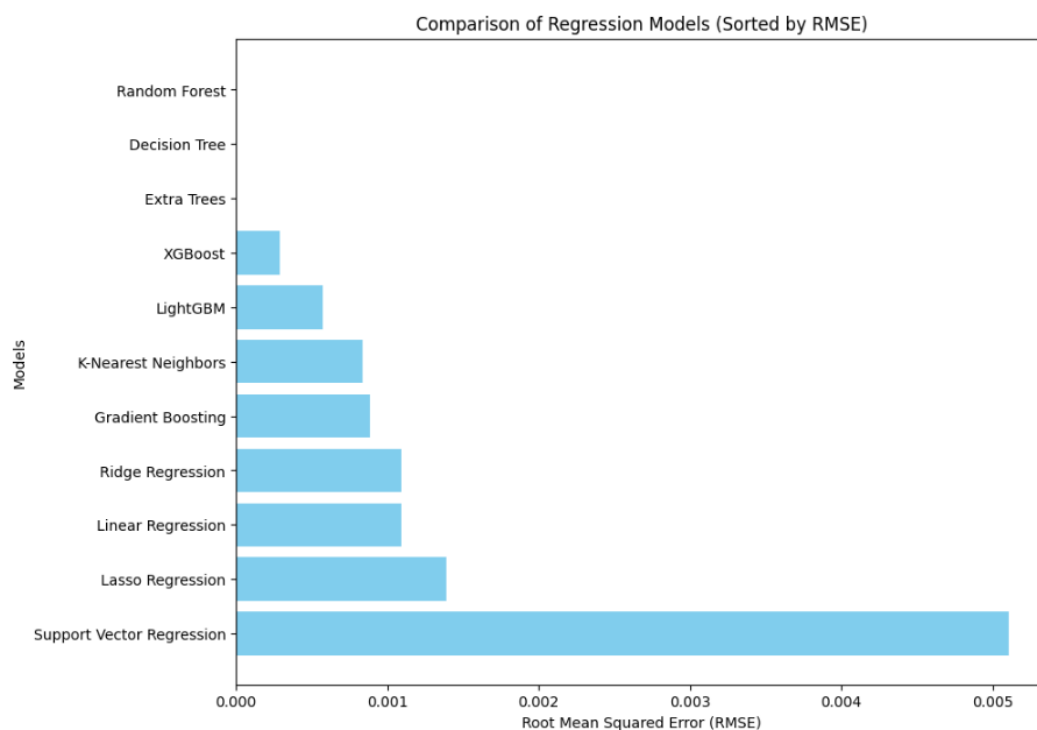
Передбачення відбувалось на цільову змінну Conversions. Результати наведено в таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 - Результати навчання моделей

<b>Модель</b>	<b>RMSE</b>
Linear Regression	0.001070118493518437
Ridge Regression	0.0010701182430541223
Lasso Regression	0.001391031732116466
Random Forest	3.2809729305041383e-16
Gradient Boosting	0.0008394153292768927
Extra Trees	2.5284555380367382e-06
Support Vector Regression	0.005136464833565332
K-Nearest Neighbors	0.0008165019980178636
Decision Tree	6.801387952311607e-16
XGBoost	0.00028341294953796673
LightGBM	0.0005503759987979972

Зокрема, модель випадкового лісу та дерева рішень показали майже досконалі результати з RMSE, близькими до нуля, що свідчить про їх високу точність і здатність до влучного прогнозування конверсій з мінімальними помилками. Це може вказувати на високу здатність цих моделей ефективно впоратися з перенавчанням та забезпечити стабільність прогнозів у складних умовах. Слід пам'ятати що дані синтетичні, та в реальних умовах результат може бути зовсім інший. З цієї причини використовується 12 моделей, що дозволить отримати оптимальні результати для реальних даних у майбутньому.

Бустінг градієнтів і методи з використанням лінійної регресії також показали хороші результати, що демонструє їх здатність добре працювати на різних наборах даних з певною здатністю до адаптації. Однак, моделі на основі методу найближчих сусідів та опорних векторів мають більш високі значення RMSE, що може вказувати на їх низьку ефективність у складних рекламних наборах даних. Більш детальні візуалізації наведені на Рисунку 2.8:



## Рисунок 2.8 - Результати роботи моделей

Підсумовуючи, розробка та валідація моделей машинного навчання підкреслили важливість вибору правильного алгоритму залежно від специфіки даних та завдань, які стоять перед маркетологами. Випадковий ліс і бустінг градієнтів виявилися особливо корисними для точного прогнозування конверсій, що надає можливості для оптимізації рекламних стратегій на основі даних про ефективність каналів та поведінку користувачів.

### **2.3.5 Створення системи динамічної адаптації на основі попередніх розробок**

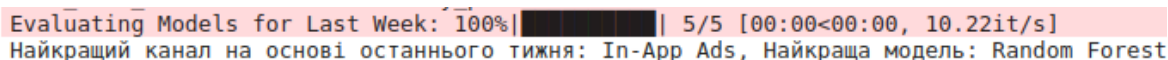
В даному розділі розглядається створення системи динамічної адаптації для аналізу рекламних даних на основі попередніх розробок. Основними методами та технологіями, що використовувалися в даній системі, є машинне навчання, обробка даних та метрики для оцінки моделей.

Спочатку дані були піддані попередній обробці, що включало перетворення часових даних та розділення на тренувальний і тестовий набори. Для обробки числових та категоріальних даних були застосовані методи масштабування (StandardScaler) та однократного кодування (OneHotEncoder). Це дозволило привести різнотипні дані до єдиного формату, придатного для подальшого машинного навчання.

Далі для створення прогнозних моделей використовувалися різні алгоритми регресії: Лінійна регресія (Linear Regression), Випадковий ліс (Random Forest), Градієнтний бустінг (Gradient Boosting), XGBoost та LightGBM. Кожна з цих моделей була навчена на тренувальному наборі даних, і результати були збережені для подальшого використання.

Для оцінки якості прогнозів застосовувалася метрика середньоквадратичної похибки (RMSE), яка дозволяє визначити точність передбачень моделей. Аналіз

даних проводився щотижнево, що дозволяло динамічно адаптувати моделі до нових даних і вибирати найкращі канали для рекламних кампаній на основі їхньої ефективності. Результати роботи алгоритму вказані на Рисунку 2.7.



```
Evaluating Models for Last Week: 100% | 5/5 [00:00<00:00, 10.22it/s]
Найкращий канал на основі останнього тижня: In-App Ads, Найкраща модель: Random Forest
```

Рисунок 2.7 - Результат роботи алгоритму динамічної адаптації

Загалом, створена система дозволяє динамічно адаптувати рекламні стратегії, підвищуючи їхню ефективність на основі попереднього аналізу даних.

### **Висновки до другого розділу**

У цьому розділі ми розглянули проблему масштабування мобільного B2C застосунку, акцентуючи увагу на оптимізації маркетингових витрат та підвищенні ефективності рекламних кампаній. Основна мета полягала в збільшенні конверсій та доходів через ретельний аналіз даних про взаємодію користувачів з різними рекламними каналами.

Ми визначили основні завдання, які включають аналіз даних для виявлення найбільш і найменш ефективних рекламних каналів, розробку прогнозних моделей для оцінки поведінки користувачів, та оптимізацію розподілу рекламного бюджету за допомогою методів машинного навчання.

Також було обговорено важливість критеріїв успіху масштабування, які допомагають оцінювати прогрес та ефективність впроваджених стратегій. Визначення таких критеріїв, як зростання кількості активних користувачів, конверсійні ставки, вартість залучення клієнта, середній дохід на користувача, рівень утримання користувачів, ROI рекламних кампаній та задоволеність користувачів, є критичним для досягнення успіху.

Розробка гіпотез для вдосконалення рекламних кампаній через адаптацію стратегій на основі аналізу даних та використання інструментів машинного

навчання є важливою складовою процесу. Це дозволяє забезпечити персоналізацію та адаптивність маркетингових зусиль, що сприяє стійкому росту та збільшенню валового доходу.

Підсумовуючи, ефективне масштабування мобільного B2C застосунку вимагає комплексного підходу, що включає аналіз даних, розробку прогнозних моделей та оптимізацію маркетингових витрат. Застосування економіко-математичних методів та інструментів машинного навчання дозволяє підвищити ефективність рекламних кампаній, мінімізувати витрати та максимізувати доходи, що є ключовим для успішного масштабування бізнесу.

### **РОЗДІЛ 3: ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ МАСШТАБУВАННЯ**

У третьому розділі роботи "Інтерпретація результатів застосування економіко-математичної моделі для формування стратегії масштабування" розглядаються результати використання юніт-економіки для планування та реалізації стратегії масштабування бізнесу.

Застосування юніт-економіки дозволило визначити ключові фінансові показники, які є основою для стратегічного планування. Аналіз таких показників, як валовий прибуток, витрати на залучення клієнта (CAC) та час окупності інвестицій (ROI), надав можливість оцінити фінансову стійкість бізнесу та визначити потенційні напрями для росту. Це дозволило створити детальну модель, що враховує фінансові ризики та потенційний прибуток від масштабування.

Результати дослідження підтвердили, що юніт-економіка є ефективним інструментом для оцінки доцільності та стратегії масштабування. Важливим аспектом є розуміння точки беззбитковості та маржі валового прибутку, що допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій у різні напрями розвитку бізнесу. Крім того, гнучкість моделі дозволяє адаптувати її до змінних умов ринку та внутрішніх факторів, забезпечуючи сталий розвиток.

В рамках машинного навчання було використано декілька алгоритмів регресії для прогнозування ключових показників. Моделі, такі як випадковий ліс (Random Forest) та градієнтний бустинг (Gradient Boosting), показали високу точність у передбаченні конверсій, що дозволило оптимізувати рекламні стратегії. Це підкреслює важливість вибору відповідного алгоритму в залежності від специфіки даних та поставлених завдань.

Використання лінійного програмування для оптимізації рекламного бюджету дозволило ефективно розподілити ресурси між різними рекламними

каналами. Це забезпечило максимізацію доходів при заданих обмеженнях по бюджету, що є ключовим для забезпечення рентабельності маркетингових витрат.

Завдяки розробленій системі, бізнес може мати можливість динамічно адаптувати рекламні стратегії на основі аналізу даних, що підвищило ефективність маркетингових зусиль.

### **3.1 Оптимізація джерел залучення користувачів в рамках стратегії масштабування**

Ефективна оптимізація джерел залучення користувачів є ключовою складовою стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. Основним завданням цього процесу є забезпечення максимального повернення на інвестиції (ROI) від маркетингових кампаній за рахунок вибору найбільш продуктивних каналів залучення та оптимального розподілу рекламного бюджету.

У сучасному світі конкуренція серед мобільних застосунків є надзвичайно високою. Кожна компанія прагне залучити якомога більше користувачів за мінімальні витрати. Успіх в умовах такого ринку залежить від здатності компанії ефективно використовувати доступні маркетингові ресурси, обирати правильні канали залучення та точно оцінювати їх ефективність.

Основні аспекти оптимізації включають:

1. Аналіз поточних джерел залучення користувачів. Необхідно регулярно аналізувати ефективність поточних джерел залучення користувачів. Це включає оцінку показників, таких як вартість залучення клієнта (CAC), конверсійні ставки, середній дохід на користувача (ARPU) та рівень утримання користувачів (Retention Rate). На основі цих показників можна ідентифікувати найбільш ефективні та найменш ефективні канали.
2. Використання даних для прийняття рішень. Всі рішення щодо розподілу рекламного бюджету повинні базуватися на даних. Це

означає використання аналітики для оцінки ефективності кожного каналу та застосування методів машинного навчання для прогнозування майбутньої ефективності.

3. Оптимізація бюджету за допомогою економіко-математичних моделей. Застосування методів лінійного програмування дозволяє оптимально розподілити рекламний бюджет між різними каналами. Цей підхід дозволяє максимізувати загальний дохід при обмеженому бюджеті, враховуючи історичні дані про ефективність кожного каналу.
4. Постійне тестування та адаптація. Оптимізація рекламних кампаній повинна бути постійним процесом. Це включає регулярне тестування нових стратегій, аналіз результатів та коригування підходів. Такий підхід дозволяє адаптуватися до змін у поведінці користувачів та ринкових умовах, забезпечуючи стабільне зростання ефективності.
5. Інтеграція з системами реального часу. Використання систем для аналізу даних у реальному часі дозволяє оперативно реагувати на зміни у поведінці користувачів та ефективності рекламних кампаній. Це забезпечує можливість швидкого коригування стратегій та розподілу бюджету, що сприяє максимальному ROI.

### **3.2 Використання аналітичних інструментів для моніторингу та оптимізації**

У сучасному маркетинговому середовищі аналітичні інструменти є невід'ємною частиною процесу моніторингу та оптимізації рекламних кампаній. Вони забезпечують можливість отримання детальної інформації про ефективність різних каналів залучення користувачів, допомагають виявити слабкі місця та дозволяють приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу ресурсів. Використання таких інструментів сприяє підвищенню рентабельності інвестицій (ROI) та досягненню стратегічних цілей масштабування бізнесу.

Вибір відповідних аналітичних інструментів залежить від конкретних потреб та цілей компанії. Найбільш поширеними є Google Analytics, Mixpanel, Amplitude, Adjust та Facebook Analytics. Кожен з цих інструментів пропонує унікальні можливості для збору, аналізу та візуалізації даних.

Google Analytics надає потужний набір функцій для відстеження поведінки користувачів на веб-сайті або у мобільному застосунку. Він дозволяє аналізувати трафік, конверсії, поведінкові патерни та багато іншого. Mixpanel та Amplitude спеціалізуються на аналізі подій та поведінки користувачів у реальному часі. Вони дозволяють детально відстежувати взаємодії користувачів з продуктом, що є надзвичайно корисним для оптимізації користувацького досвіду. Adjust надає можливість відстежувати ефективність рекламних кампаній, визначати джерела трафіку та аналізувати повернення на інвестиції (ROI). Він особливо корисний для мобільних застосунків. Facebook Analytics дозволяє відстежувати ефективність рекламних кампаній у Facebook та Instagram, надаючи детальну інформацію про взаємодії користувачів з рекламним контентом.

Процес моніторингу та аналізу даних включає декілька основних етапів:

1. Збір даних. Аналітичні інструменти збирають дані про взаємодію користувачів з рекламними кампаніями та застосунком. Це включає дані про кількість показів, кліків, конверсій, витрат на рекламу, дохід, а також поведінкові дані користувачів.
1. Обробка та зберігання даних. Зібрані дані обробляються та зберігаються у вигляді, придатному для подальшого аналізу. Це може включати очищення даних, їх агрегування та нормалізацію.
2. Аналіз даних. Використовуючи аналітичні інструменти, проводиться глибокий аналіз даних для виявлення тенденцій, патернів та аномалій. Наприклад, можна визначити, які рекламні канали забезпечують найвищу

конверсію, який контент є найбільш привабливим для користувачів, або які демографічні групи є найбільш прибутковими.

3. Візуалізація даних. Для полегшення інтерпретації даних використовуються різні візуалізаційні інструменти, такі як графіки, діаграми та інформаційні панелі. Це допомагає швидко зрозуміти результати аналізу та приймати обґрунтовані рішення.

Особливої уваги заслуговує можливість збору аналітичних даних з різних джерел реклами. Це дозволяє отримати повну картину про ефективність кожного каналу та забезпечити комплексний підхід до оптимізації рекламних кампаній. Наприклад, інтеграція даних з Facebook Ads, Google Ads, Instagram Influencers та In-App Ads дозволяє оцінити ефективність кожного каналу та оптимізувати розподіл бюджету.

У рамках нашого дослідження ми створили власний аналітичний інструмент із підтримкою системи прийняття рішень для оптимізації юніт-економіки. Цей інструмент забезпечує збір та аналіз даних з різних рекламних каналів у реальному часі, дозволяючи оперативно реагувати на зміни в ефективності рекламних кампаній. Власна система дозволяє не тільки моніторити ефективність витрат на рекламу, але й приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації маркетингових зусиль.

### **3.3 Аналіз ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль**

Аналіз ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль є важливим елементом успішної стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. Основна мета такого підходу полягає у досягненні максимального повернення на інвестиції (ROI) та підвищенні загальної ефективності маркетингових зусиль.

На першому етапі ітеративного підходу проводиться детальний аналіз поточних маркетингових кампаній. Це включає збір та обробку даних про

показники ефективності різних рекламних каналів, таких як вартість залучення клієнта (CAC), конверсійні ставки, середній дохід на користувача (ARPU) та рівень утримання користувачів. Аналіз цих показників дозволяє визначити сильні та слабкі сторони кожної кампанії та зробити висновки про їхню ефективність.

Після проведення аналізу даних розробляються нові стратегії та тактики для оптимізації маркетингових зусиль. Це може включати коригування таргетингу, зміну рекламних креативів, перерозподіл бюджету на більш ефективні канали або запуск нових експериментальних кампаній. Важливо враховувати результати попередніх ітерацій та використовувати отримані інсайти для покращення майбутніх рекламних заходів.

Наступним кроком є впровадження нових стратегій у реальні рекламні кампанії. Це включає тестування нових підходів на невеликих групах користувачів або окремих сегментах ринку для оцінки їх ефективності. Використання методів A/B тестування дозволяє порівнювати результати різних варіантів рекламних кампаній та вибирати найуспішніші з них для подальшого масштабування.

Процес ітеративної оптимізації включає постійний моніторинг та аналіз результатів нових кампаній. Наш аналітичний інструмент допомагає відслідковувати ключові показники ефективності в режимі реального часу, що дозволяє оперативно реагувати на зміни у поведінці користувачів та ринкових умовах. Регулярний аналіз даних дає змогу виявляти нові можливості для покращення та швидко вносити корективи у стратегії.

Останнім етапом ітеративного підходу є підведення підсумків та вдосконалення процесу. На основі зібраних даних та результатів проведених експериментів формується звіт, який відображає досягнуті результати та виявлені проблеми. Цей звіт стає основою для планування наступної ітерації оптимізації, що дозволяє постійно підвищувати ефективність маркетингових зусиль та досягати кращих результатів.

Ми розробили власний аналітичний інструмент, який, враховуючи історичні дані, може надавати рішення та визначати найбільш прибуткові канали розповсюдження відповідно до певного періоду часу. Цей підхід передбачає циклічний процес постійного вдосконалення рекламних кампаній на основі аналізу даних та результатів попередніх ітерацій. Дії, що були попередньо описані автоматизовуються та можуть бути виконані в реальному часі із динамічною адаптацією під умови рекламних компаній.

Ітеративний підхід до оптимізації маркетингових зусиль забезпечує гнучкість та адаптивність стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. Він дозволяє компанії швидко реагувати на зміни ринку, ефективно використовувати маркетинговий бюджет та досягати високих показників ROI. Завдяки цьому підходу можна постійно вдосконалювати рекламні кампанії, підвищувати їх ефективність та забезпечувати стійке зростання бізнесу.

### **Висновки до третього розділу**

У третьому розділі було розглянуто результати застосування економіко-математичної моделі для формування стратегії масштабування мобільного B2C застосунку. Проведений аналіз підтвердив ефективність використання аналітичних інструментів для моніторингу та оптимізації маркетингових зусиль, а також продемонстрував переваги ітеративного підходу до оптимізації рекламних кампаній.

Одним з ключових висновків є те, що аналітичні інструменти відіграють критичну роль у процесі прийняття рішень. Вони забезпечують можливість детального аналізу даних про ефективність різних рекламних каналів, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу маркетингового бюджету. Інтеграція даних з різних джерел реклами, таких як Facebook Ads, Google Ads, Instagram Influencers та In-App Ads, дозволяє отримати повну картину ефективності кожного каналу і забезпечує комплексний підхід до оптимізації рекламних зусиль.

Реалізація ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль забезпечує гнучкість та адаптивність стратегії масштабування. Цей підхід дозволяє постійно вдосконалювати рекламні кампанії на основі аналізу даних та результатів попередніх ітерацій. Постійний моніторинг та аналіз результатів нових кампаній забезпечують можливість оперативного реагування на зміни у поведінці користувачів та ринкових умовах. Це дозволяє не лише підвищувати ефективність маркетингових зусиль, але й досягати високих показників повернення на інвестиції (ROI).

Особливої уваги заслуговує створення власного аналітичного інструменту із підтримкою системи прийняття рішень для оптимізації юніт-економіки. Цей інструмент забезпечує збір та аналіз даних з різних рекламних каналів у реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в ефективності рекламних кампаній і приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації маркетингових зусиль.

Підсумовуючи, можна зазначити, що застосування економіко-математичної моделі для формування стратегії масштабування мобільного B2C застосунку є ефективним інструментом для досягнення стратегічних цілей бізнесу. Використання аналітичних інструментів та ітеративного підходу до оптимізації маркетингових зусиль забезпечує високий рівень адаптивності та ефективності, що сприяє стійкому зростанню бізнесу та досягненню високих показників рентабельності.

## ВИСНОВКИ

У рамках дипломної роботи "Моделювання та розробка стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки" ми успішно реалізували комплексний підхід до розробки стратегії масштабування для мобільного B2C застосунку. Наш підхід базувався на теоретичних основах юніт-економіки, використанні економіко-математичних методів та інструментів штучного інтелекту для аналізу та оптимізації маркетингових зусиль.

Ми детально розглянули поняття юніт-економіки, бізнес-моделі та процесу масштабування бізнесу. Проаналізували ключові показники юніт-економіки, такі як вартість залучення клієнта, прибуток на клієнта та маржа валового прибутку. Вивчили взаємозв'язок між бізнес-моделлю та процесом масштабування, а також критерії вибору стратегії масштабування.

Було визначено критерії успіху масштабування мобільного B2C застосунку, включаючи показники зростання кількості активних користувачів, конверсійні ставки, вартість залучення клієнта, середній дохід на користувача, рівень утримання користувачів та ROI рекламних кампаній. Розробили гіпотези масштабування на основі аналізу даних та застосували методи лінійного програмування для оптимізації розподілу рекламного бюджету.

Створили власний аналітичний інструмент, який, враховуючи історичні дані, може надавати рішення та визначати найбільш прибуткові канали розповсюдження відповідно до певного періоду часу. Реалізували комплексну модель оцінки рекламних джерел залучення користувачів з використанням економіко-математичних методів та інструментів штучного інтелекту.

Розробили синтетичний датасет, що імітує реальні показники залучення користувачів через різні рекламні канали, забезпечивши основу для подальших аналізів та оптимізації рекламних кампаній. Застосували методи лінійного програмування для автоматизації процесу розподілу рекламного бюджету, що дозволило ефективно оптимізувати доходи від рекламних кампаній. Використали

різні моделі машинного навчання для аналізу та прогнозування поведінки користувачів, що допомогло виявляти найбільш ефективні рекламні стратегії та оптимізувати маркетингові зусилля в режимі реального часу.

Впровадили ітеративний підхід до оптимізації маркетингових зусиль, що забезпечує постійний процес вдосконалення рекламних кампаній на основі аналізу даних та результатів попередніх ітерацій. Реалізували систему динамічної адаптації рекламних стратегій, яка дозволяє швидко реагувати на зміни ринку та ефективно використовувати маркетинговий бюджет для досягнення високих показників ROI.

Завдяки впровадженню цих рішень нам вдалося автоматизувати та спростити процеси аналізу даних, оптимізації рекламних кампаній та прийняття стратегічних рішень, що забезпечило стійке зростання бізнесу та підвищення ефективності маркетингових зусиль. Використання аналітичних інструментів та методів штучного інтелекту дозволило значно покращити результати рекламних кампаній, збільшити прибутковість та забезпечити успішне масштабування мобільного B2C застосунку.

## ПОСИЛАННЯ

1. Mohamed S. Kraiem, Fernando Sánchez-Hernández, María N. Moreno-García. Selecting the suitable resampling strategy for imbalanced data classification regarding dataset properties. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2201.07932> (date of access: 24.03.2024).
2. Sumeet Kaur Sehra, Dr. Yadwinder Singh Brar, Dr. Navdeep Kaur. Multi criteria decision making approach for selecting effort estimation model. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1310.5220v1> (date of access: 24.03.2024).
3. Yang Li, Gonzalo Mateos, Zhengwu Zhang. Learning to Model the Relationship Between Brain Structural and Functional Connectomes. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2112.09906> (date of access: 24.03.2024).
4. Raul Quiroga-Barranco. Geometric structures on the quaternionic unit ball and slice regular Möbius transformations. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.13175> (date of access: 24.03.2024).
5. Xianbang Chen, Yikui Liu, Lei Wu. Towards Improving Operation Economics: A Bilevel MIP-Based Closed-Loop Predict-and-Optimize Framework for Prescribing Unit Commitment. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2208.13065> (date of access: 24.03.2024).
6. Kunpeng Li, Guangcui Shao, Naijun Yang, Xiao Fang, Yang Song. Billion-user Customer Lifetime Value Prediction: An Industrial-scale Solution from Kuaishou. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2208.13358> (date of access: 24.03.2024).
7. Lele Luan, Nesar Ramachandra, Sandipp Krishnan Ravi, Anindya Bhaduri, Piyush Pandita, Prasanna Balaprakash, Mihai Anitescu, Changjie Sun, Liping Wang. Application of probabilistic modeling and automated machine learning framework for high-dimensional stress field. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2303.16869> (date of access: 24.03.2024).
8. Thibault J.Y. Derrien, Thierry Sarnet, Marc Sentis, Tatiana E. Itina. Application of a two-temperature model for the investigation of the periodic structure

- formation on Si surface in femtosecond laser interaction. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1110.0368> (date of access: 24.03.2024).
9. Nan Sun, Chang-Tsun Li, Hin Chan, Ba Dung Le, MD Zahidul Islam, Leo Yu Zhang, MD Rafiqul Islam, Warren Armstrong. Defining Security Requirements with the Common Criteria: Applications, Adoptions, and Challenges. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2201.07417v3> (date of access: 24.03.2024).
  10. Nan Sun, Chang-Tsun Li, Hin Chan, Ba Dung Le, MD Zahidul Islam, Leo Yu Zhang, MD Rafiqul Islam, Warren Armstrong. Defining Security Requirements with Common Criteria: Applications, Adoptions, and Challenges. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/2201.07417v2> (date of access: 24.03.2024).
  11. Martin Aschenbach, Timo Kötzing, Karen Seidel. Learning from Informants: Relations between Learning Success Criteria. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1801.10502v4> (date of access: 24.03.2024).
  12. Mohammed Fakrudeen, Mahdi H. Miraz, Peter Excell. Success Criteria For Implementing Technology in Special Education: a Case Study. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1708.09404v1> (date of access: 24.03.2024).
  13. J. Davy Kirkpatrick, Christopher R. Gelino, Michael C. Cushing, Gregory N. Mace, Roger L. Griffith, Michael F. Skrutskie, Kenneth A. Marsh, Edward L. Wright, Peter R. Eisenhardt, Ian S. McLean, Amanda K. Mainzer, Adam J. Burgasser, C. G. Tinney, Stephen Parker, Graeme Salter. Further Defining Spectral Type "Y" and Exploring the Low-mass End of the Field Brown Dwarf Mass Function. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1205.2122> (date of access: 24.03.2024).
  14. Dominique Haughton, Guangying Hua, Danny Jin, John Lin, Qizhi Wei, Changan Zhang. Imputing unknown competitor marketing activity with a Hidden Markov Chain. ArXiv. URL: <https://arxiv.org/abs/1403.7972v1> (date of access: 24.03.2024).

15. Alona Natorina. Матриця бізнес-стратегій підприємства: обґрунтування загальних стратегій та методика їх вибору [The matrix of enterprise's business strategies: substantiation of common strategies and methods of their selection]. ResearchGare. URL: [https://www.researchgate.net/publication/324678475\\_Matrica\\_biznes-strategij\\_pidpriemstva\\_obgruntuvanna\\_zagalnih\\_strategij\\_ta\\_metodika\\_ih\\_viboru\\_The\\_matrix\\_of\\_enterprise's\\_business\\_strategies\\_substantiation\\_of\\_common\\_strategies\\_and\\_methods\\_of\\_their\\_sel](https://www.researchgate.net/publication/324678475_Matrica_biznes-strategij_pidpriemstva_obgruntuvanna_zagalnih_strategij_ta_metodika_ih_viboru_The_matrix_of_enterprise's_business_strategies_substantiation_of_common_strategies_and_methods_of_their_sel) (date of access: 24.03.2024).
16. О. Ф. Михайленко. БІЗНЕС-СТРАТЕГІЇ. Збірник кейсів. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Olena-Mykhailenko/publication/318471003\\_Business\\_Strategies\\_Cases\\_Edited\\_By\\_O\\_Mykhailenko/links/596d10000f7e9b81444134ee/Business-Strategies-Cases-Edited-By-OMykhailenko.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olena-Mykhailenko/publication/318471003_Business_Strategies_Cases_Edited_By_O_Mykhailenko/links/596d10000f7e9b81444134ee/Business-Strategies-Cases-Edited-By-OMykhailenko.pdf) (date of access: 24.03.2024).

## ДОДАТОК А

```

# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-13T17:35:29.506009Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T17:35:29.506388Z","iopub.status.idle":"2024-05-13T17:36:00.547899Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T17:35:29.506361Z","shell.execute_reply":"2024-05-13T17:36:00.546993Z"}}
import pandas as pd
import numpy as np
from datetime import datetime, timedelta

# Визначення рекламних каналів
ad_channels = ['Facebook Ads', 'Google Ads', 'Instagram Influencers', 'In-App Ads']

# Визначення максимальної потенційної аудиторії для кожного каналу
max_potential_audience = {
    'Facebook Ads': 1000000,
    'Google Ads': 800000,
    'Instagram Influencers': 500000,
    'In-App Ads': 400000
}

# Визначення базових значень та коефіцієнтів для кожного каналу
channel_data = {
    'Facebook Ads': {'base_cost': 2000, 'cost_factor': 1.2, 'base_users': 200, 'user_factor': 1.1},
    'Google Ads': {'base_cost': 3000, 'cost_factor': 1.1, 'base_users': 150, 'user_factor': 1.3},
    'Instagram Influencers': {'base_cost': 1500, 'cost_factor': 1.4, 'base_users': 100, 'user_factor': 1.2},
    'In-App Ads': {'base_cost': 1000, 'cost_factor': 1.3, 'base_users': 80, 'user_factor': 1.1}
}

# Визначення діапазону дат для одного року
start_date = datetime(2022, 1, 1)
end_date = datetime(2023, 1, 1)

# Визначення базових значень для загальної кількості користувачів та конверсій
base_total_users = 10000
base_conversions = 0.05 # 5% конверсія за замовчуванням

# Функція для генерації демографічних даних користувачів
def generate_user_demographics(num_users):
    ages = np.random.randint(18, 65, size=num_users)
    genders = np.random.choice(['Male', 'Female'], size=num_users, p=[0.6, 0.4])
    locations = np.random.choice(['USA', 'Canada', 'UK', 'Australia', 'Other'], size=num_users, p=[0.4, 0.2, 0.15, 0.1, 0.15])
    return pd.DataFrame({'Age': ages, 'Gender': genders, 'Location': locations})

# Функція для генерації даних про витрати, залучених користувачів, конверсії та дохід
def generate_data(date):
    data = []
    total_cost = sum(channel['base_cost'] for channel in channel_data.values())
    total_users = int(base_total_users * np.random.uniform(0.9, 1.1))
    total_conversions = int(total_users * base_conversions)
    total_revenue = np.random.randint(100000, 500000)

    for channel in ad_channels:
        channel_info = channel_data[channel]

```

```

        cost = int(channel_info['base_cost'] * np.random.uniform(0.8, 1.2) * channel_info['cost_factor'] **
(date.month - 1))
        users = int(channel_info['base_users'] * np.random.uniform(0.9, 1.1) * channel_info['user_factor'] **
(date.month - 1))
        conversions = int(users * base_conversions)
        revenue = int(conversions * total_revenue / total_conversions)
        user_demographics = generate_user_demographics(users)

    for i in range(users):
        data.append([date, channel, cost / users, 1, conversions / users, revenue / users,
                    user_demographics['Age'].iloc[i], user_demographics['Gender'].iloc[i],
                    user_demographics['Location'].iloc[i]])

    return data

# Генерація даних для кожного дня протягом року
all_data = []
current_date = start_date
while current_date < end_date:
    all_data.extend(generate_data(current_date))
    current_date += timedelta(days=1)

# Створення DataFrame з даними
columns = ['Date', 'Channel', 'Cost', 'Users', 'Conversions', 'Revenue', 'Age', 'Gender', 'Location']
data_df = pd.DataFrame(all_data, columns=columns)

# Збереження даних у CSV-файл
data_df.to_csv('advertising_data.csv', index=False)

#                                     %%                               [code]                               {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-
13T17:36:00.549571Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T17:36:00.550064Z","iopub.status.idle":"2024-05-
13T17:36:00.565153Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T17:36:00.550036Z","shell.execute_reply":"2024-
05-13T17:36:00.563894Z"}}
    data_df

#                                     %%                               [code]                               {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-
13T17:36:00.566743Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T17:36:00.567075Z","iopub.status.idle":"2024-05-
13T17:37:01.541116Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T17:36:00.567048Z","shell.execute_reply":"2024-
05-13T17:37:01.540214Z"}}
    import pandas as pd
    import matplotlib.pyplot as plt
    import seaborn as sns

# Load the data
data = pd.read_csv('advertising_data.csv')

# Check the shape and data types
print(f"Shape of the data: {data.shape}")
print(data.info())

# Check for missing values
print(f"Missing values:\n{data.isnull().sum()}")

# Check for duplicates
print(f"Number of duplicates: {data.duplicated().sum()}")

# Descriptive statistics

```

```

print(data.describe())

# Visualize the distribution of numerical columns
for col in ['Cost', 'Users', 'Conversions', 'Revenue', 'Age']:
    plt.figure()
    sns.histplot(data=data, x=col, kde=True)
    plt.title(f"Distribution of {col}")
    plt.show()

# Visualize the distribution of categorical columns
for col in ['Channel', 'Gender', 'Location']:
    plt.figure()
    sns.countplot(data=data, x=col)
    plt.xticks(rotation=90)
    plt.title(f"Distribution of {col}")
    plt.show()

# Visualize the relationship between numerical columns
plt.figure(figsize=(12, 8))
sns.pairplot(data[['Cost', 'Users', 'Conversions', 'Revenue', 'Age']], diag_kind='kde')
plt.show()

# Visualize the relationship between categorical and numerical columns
plt.figure(figsize=(12, 8))
sns.boxplot(data=data, x='Channel', y='Revenue')
plt.xticks(rotation=90)
plt.title("Revenue by Channel")
plt.show()

plt.figure(figsize=(12, 8))
sns.violinplot(data=data, x='Gender', y='Cost')
plt.title("Cost by Gender")
plt.show()

#                                     %%                                     [code]                                     {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-
13T17:37:01.542199Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T17:37:01.542973Z","iopub.status.idle":"2024-05-
13T17:37:02.505053Z"},"shell.execute_reply.started":"2024-05-13T17:37:01.542944Z","shell.execute_reply":"2024-
05-13T17:37:02.503995Z"}}
import pandas as pd
from pulp import LpProblem, LpMaximize, LpVariable, LpStatus, value

# Завантажуємо дані з датасету
data = pd.read_csv('advertising_data.csv')

# Створюємо модель лінійного програмування
model = LpProblem("Marketing_Optimization", LpMaximize)

# Визначаємо змінні рішення для кожного каналу реклами
channels = data['Channel'].unique()
channel_vars = {channel: LpVariable(channel, lowBound=0) for channel in channels}

# Цільова функція: максимізація доходу
revenue_sums = data.groupby('Channel')['Revenue'].sum()
model += sum(revenue_sums[channel] * channel_vars[channel] for channel in channels)

# Обмеження: загальна вартість не повинна перевищувати бюджет
total_budget = 1000000 # Встановлюємо загальний бюджет

```

```

cost_sums = data.groupby('Channel')['Cost'].sum()
model += sum(cost_sums[channel] * channel_vars[channel] for channel in channels) <= total_budget

# Вирішуємо задачу
model.solve()

# Виводимо результати
print(f"Статус: {LpStatus[model.status]}")
for channel in channels:
    print(f"{channel}: {value(channel_vars[channel])}")

# %% [code]

# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-13T17:37:02.507850Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T17:37:02.508196Z","iopub.status.idle":"2024-05-13T18:01:40.629726Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T17:37:02.508168Z","shell.execute_reply":"2024-05-13T18:01:40.628566Z"}}
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split, KFold, cross_val_score
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder, StandardScaler
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.linear_model import LinearRegression, Ridge, Lasso
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor, GradientBoostingRegressor,
ExtraTreesRegressor
from sklearn.svm import SVR
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from sklearn.metrics import make_scorer, mean_squared_error
from xgboost import XGBRegressor
from lightgbm import LGBMRegressor

# Load data
df = pd.read_csv('advertising_data.csv')
df['Date'] = pd.to_datetime(df['Date'])

# Split the data
X = df.drop(['Conversions'], axis=1)
y = df['Conversions']

# Preprocessing
numeric_features = ['Cost', 'Users', 'Revenue', 'Age']
numeric_transformer = StandardScaler()

categorical_features = ['Channel', 'Gender', 'Location']
categorical_transformer = OneHotEncoder(handle_unknown='ignore')

preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('num', numeric_transformer, numeric_features),
        ('cat', categorical_transformer, categorical_features)
    ])

# Model list

```

```

models = [
    ('Linear Regression', LinearRegression()),
    ('Ridge Regression', Ridge()),
    ('Lasso Regression', Lasso()),
    ('Random Forest', RandomForestRegressor(random_state=42)),
    ('Gradient Boosting', GradientBoostingRegressor(random_state=42)),
    ('Extra Trees', ExtraTreesRegressor(random_state=42)),
    ('Support Vector Regression', SVR()),
    ('K-Nearest Neighbors', KNeighborsRegressor()),
    ('Decision Tree', DecisionTreeRegressor()),
    ('XGBoost', XGBRegressor()),
    ('LightGBM', LGBMRegressor())
]

# Use KFold cross-validation
kf = KFold(n_splits=5, shuffle=True, random_state=42)
scorer = make_scorer(mean_squared_error, squared=False) # RMSE

results = []
for name, model in models:
    pipeline = Pipeline([
        ('preprocessor', preprocessor),
        ('regressor', model)
    ])
    cv_scores = cross_val_score(pipeline, X, y, cv=kf, scoring=scorer)
    mean_rmse = np.mean(cv_scores)
    results.append((name, mean_rmse))

# Display results
for result in results:
    print(f'{result[0]} RMSE: {result[1]}')

# Visualize results
model_names = [result[0] for result in results]
rmse_values = [result[1] for result in results]

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.barh(model_names, rmse_values, color='teal')
plt.xlabel('Root Mean Squared Error')
plt.ylabel('Models')
plt.title('Comparison of Model Performance (RMSE)')
plt.gca().invert_yaxis() # Highest RMSE at the bottom
plt.show()

# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-13T18:01:40.630928Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T18:01:40.631225Z","iopub.status.idle":"2024-05-13T18:01:40.939732Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T18:01:40.631200Z","shell.execute_reply":"2024-05-13T18:01:40.938409Z"}}
import matplotlib.pyplot as plt

# Sort the results based on the RMSE value in ascending order
sorted_results = sorted(results, key=lambda x: x[1])

# Extract the sorted model names and RMSE values
sorted_model_names = [result[0] for result in sorted_results]
sorted_rmse = [result[1] for result in sorted_results]

```

```

# Plotting the sorted results
plt.figure(figsize=(10, 8))
plt.barh(sorted_model_names, sorted_rmse, color='skyblue')
plt.xlabel('Root Mean Squared Error (RMSE)')
plt.ylabel('Models')
plt.title('Comparison of Regression Models (Sorted by RMSE)')
plt.gca().invert_yaxis() # Invert y-axis to show the best model on top
plt.show()

# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-13T18:01:40.941349Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T18:01:40.941697Z","iopub.status.idle":"2024-05-13T18:05:23.380085Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T18:01:40.941669Z","shell.execute_reply":"2024-05-13T18:05:23.378697Z"}}
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder, StandardScaler
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from tqdm import tqdm

# Load the data
df = pd.read_csv('advertising_data.csv')
df['Date'] = pd.to_datetime(df['Date'])

# Split the data into features and target
X = df.drop(['Conversions'], axis=1)
y = df['Conversions']

# Split into training and testing datasets
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Define the numeric and categorical features
numeric_features = ['Cost', 'Users', 'Revenue', 'Age']
categorical_features = ['Channel', 'Gender', 'Location']

# Preprocessing steps
numeric_transformer = StandardScaler()
categorical_transformer = OneHotEncoder(handle_unknown='ignore')

preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('num', numeric_transformer, numeric_features),
        ('cat', categorical_transformer, categorical_features)
    ])

# List of models
models = [
    ('Linear Regression', LinearRegression()),
    ('Random Forest', RandomForestRegressor(random_state=42)),
    ('Gradient Boosting', GradientBoostingRegressor(random_state=42)),
    ('XGBoost', XGBRegressor()),
    ('LightGBM', LGBMRegressor())
]

```

```

# Global dictionary to hold trained models
trained_models = {}

# Train models globally and store them
for name, model in tqdm(models, desc="Training Models"):
    pipeline = Pipeline([
        ('preprocessor', preprocessor),
        ('regressor', model)
    ])
    pipeline.fit(X_train, y_train)
    trained_models[name] = pipeline

# Function to dynamically analyze predictions per channel
def dynamic_adaptation_weekly(df, week_number):
    # Filter data for the specified week
    df_last_week = df[df['Date'].dt.isocalendar().week == week_number]

    # Get a one-hot-encoded column of channels for easier analysis
    channels = df_last_week['Channel'].unique()
    results_per_channel = {}

    # Process last week's features and target
    X_last_week = df_last_week.drop(['Conversions'], axis=1)
    y_last_week = df_last_week['Conversions']

    # Predict using the pre-trained models
    for name, model in tqdm(trained_models.items(), desc="Evaluating Models for Last Week"):
        y_pred = model.predict(X_last_week)
        rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y_last_week, y_pred))

        # Aggregate results by channel
        df_last_week['Predictions'] = y_pred
        for channel in channels:
            channel_data = df_last_week[df_last_week['Channel'] == channel]
            channel_rmse = np.sqrt(mean_squared_error(channel_data['Conversions'],
channel_data['Predictions']))
            if channel not in results_per_channel:
                results_per_channel[channel] = []
            results_per_channel[channel].append((name, channel_rmse))

    # Determine the best channel by model performance
    best_channel_overall = min(
        [(channel, min(results, key=lambda x: x[1])) for channel, results in results_per_channel.items()],
        key=lambda x: x[1][1]
    )

    return best_channel_overall

# Determine the latest week in the dataset
max_week_number = df['Date'].dt.isocalendar().week.max()

# Run the adaptation function using the last week's data
best_channel_last_week = dynamic_adaptation_weekly(df, max_week_number)

# Print the results
channel, best_model = best_channel_last_week

```

```
print(f"Найкращий канал на основі останнього тижня: {channel}, Найкраща модель: {best_model[0]}, RMSE: {best_model[1]}")
```

```
# %% [code] {"execution":{"iopub.status.busy":"2024-05-13T18:05:23.381554Z","iopub.execute_input":"2024-05-13T18:05:23.381853Z","iopub.status.idle":"2024-05-13T18:05:23.427123Z","shell.execute_reply.started":"2024-05-13T18:05:23.381828Z","shell.execute_reply":"2024-05-13T18:05:23.425996Z"}}
df['Channel'].unique()
```

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

**Економічний факультет**

**Кафедра економічної кібернетики**

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу бакалавра**

студентки 4 курсу спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економічна  
кібернетика»

Руднік Юлії Петрівни

1. Тема роботи: Моделювання та розробка стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки.
2. Термін завершення роботи: .....
3. Попередній захист роботи: 03.06.2024 року.
4. Об'єкт дослідження: процеси масштабування бізнесу на основі юніт-економіки.
5. Предмет дослідження: методи та інструменти формування стратегії масштабування бізнесу з використанням юніт-економіки.
6. Мета дослідження: вивчення та розробка методів формування стратегії масштабування бізнесу на основі юніт-економіки з використанням економіко-математичних моделей і сучасних підходів до аналізу та оптимізації рекламних кампаній.
7. Завдання дослідження:
  - 7.1 дослідити поняття юніт-економіки, бізнес-моделі та процесу масштабування бізнесу;
  - 7.2 визначити критерії успіху масштабування мобільного B2C застосунку;
  - 7.3 розробити гіпотези масштабування на основі аналізу даних та оптимізації розподілу рекламного бюджету;

7.4 Створити аналітичний інструмент, який, враховуючи історичні дані, може надавати рішення та визначати найбільш прибуткові канали розповсюдження відповідно до певного періоду часу.

7.5 Впровадили підхід до оптимізації маркетингових зусиль, що забезпечуватиме постійний процес вдосконалення рекламних кампаній на основі аналізу даних та результатів попередніх ітерацій

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент Федоренко Ірина

Костянтинівна

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

Студент:

.....

(підпис)

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики

протокол № ... від..... 24 р.

### Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№	Етапи роботи	Терміни виконання	Відмітка керівника про виконання
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи бакалавра	11.03.2023-16.03.2024	
2	Розробка та затвердження завдання кваліфікаційної роботи бакалавра	17.03.2024-28.03.2024	
3	Вивчення наукових робіт за темою дипломної роботи	29.03.2024-07.04.2024	
4	Аналіз проведених досліджень та методів прогнозування	08.04.2024-18.04.2024	
5	Збір та попередня обробка даних, створення бази даних для дослідження	18.04.2024-25.04.2024	
6	Тренування та оцінка моделей	26.04.2024-29.04.2024	
7	Порівняння якості моделей за обраними метриками	30.04.2024-01.05.2024	
8	Порівняння результатів обраних моделей	02.05.2024-07.05.2024	
9	Написання висновків	08.05.2024-10.05.2024	
10	Коригування та оформлення остаточного варіанту роботи	10.05.2024-02.06.2024	

Науковий керівник: Федоренко Ірина  
Костянтинівна

Студент: Руднік Юлія Петрівна