

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Кафедра моделювання та програмного забезпечення

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти магістра

за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

На тему: Дослідження впливу впровадження мобільних додатків на сервіси готельно-ресторанного бізнесу

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі
немає запозичень із праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент гр. ІІЗ-23-2м _____ / М. Ю. Салогуб /

Керівник
кваліфікаційної
роботи _____ / А. А. Трачук /

Економіко-
організаційна
частина _____ / _____ /

Нормоконтроль _____ / _____ /

Завідувач кафедри _____ / А. М. Стрюк /

Кривий Ріг
2024

Криворізький національний університет

Факультет: Інформаційних технологій

Кафедра: Моделювання та програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 121 – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри

_____ А. М. Стрюк

«__» _____ 20__ р

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

студенту групи ІПЗ-23-2м Салогубу Максиму Юрійовичу

1. Тема: Дослідження впливу впровадження мобільних додатків на сервіси готельно-ресторанного бізнесу
затверджено наказом по КНУ N277с від «15» квітня 2024 р
2. Термін подання студентом закінченої роботи: «6» грудня 2024р.
3. Вихідні дані по роботі: результати дослідження повинні мати обґрунтований доказ економічної ефективності інновації, спосіб обчислення прибутку від впровадження застосунку на підприємстві та практичні рекомендації щодо масштабування і мінімізації витрат.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх треба розробити): виконати аналіз предметної області та існуючих аналогів, дослідити способи впровадження мобільних застосунків у сфері готельно-ресторанного бізнесу, знайти ключові фактори впливу на прибуток від впровадження додатків, створити модель нейромережі для допомоги в дослідженні, проаналізувати результати роботи нейромережі, провести тестування серед групи користувачів.
5. Перелік ілюстративного матеріалу: діаграма використання, блок-схеми розроблених алгоритмів, діаграма послідовності, зображення екрану застосунку, графіки роботи нейромережі.

Календарний план:

№	Найменування етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Огляд літератури за тематикою та збір даних	25.12.2023 – 11.02.2024
2	Проведення аналізу предметної області та існуючих аналогів	12.02.2024 – 15.04.2024
3	Формування гіпотези, задач та мети роботи	16.04.2024– 25.04.2024
4	Оформлення матеріалів першого розділу роботи	26.04.2024 – 06.05.2024
5	Створення блок-схем алгоритмів, діаграм використання та послідовності, аналіз вимог	07.05.2024 – 29.06.2024
6	Оформлення матеріалів другого розділу роботи	30.06.2024– 09.07.2024
7	Розробка тестового мобільного застосунку та моделі нейронної мережі, збір даних	10.07.2024– 30.09.2024
8	Оформлення матеріалів третього розділу роботи	01.10.2024– 09.10.2024
9	Економічний аналіз та оцінка ефективності	10.10.2024 – 14.11.2024
10	Оформлення матеріалів четвертого розділу роботи	15.11.2024 – 29.11.2024
11	Остаточне оформлення пояснювальної записки	30.11.2024– 03.12.2024

Дата видачі завдання «__» _____ 20__ р.

Студент _____ / М. Ю. Салогуб/

Керівник роботи _____ / А. А. Трачук/

РЕФЕРАТ

МОБІЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ, АНАЛІТИКА, ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИЙ БІЗНЕС, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, FIREBASE ANALYTICS.

Пояснювальна записка: 78 с., 5 табл., 16 рис., 1 дод., 26 джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу мобільних застосунків на сервіси готельно-ресторанного бізнесу та проектування й розробка інструментів для аналізу економічної доцільності впровадження таких застосунків.

У роботі проведено аналіз сучасних тенденцій розвитку мобільних застосунків у готельно-ресторанній сфері, досліджено їх переваги та виклики. Розроблено математичну модель оцінки економічної ефективності впровадження мобільних застосунків, яка базується на ключових показниках, таких як кількість входів у застосунок, середній чек, рейтинг задоволеності користувачів тощо.

Розроблено багатомодульний мобільний застосунок, який інтегрує сервіс Firebase Analytics для збору й аналізу даних. Виділення модуля аналітики в окрему частину забезпечує гнучкість, масштабованість і легкість обслуговування системи. Виконано тестування застосунку на реальних користувачах і зібрано дані для моделювання.

Навчено нейронну мережу для прогнозування економічної вигоди від впровадження мобільних застосунків на основі даних, зібраних через аналітичний сервіс. Проведено валідацію моделі з використанням метрик середньої квадратичної помилки та середньої абсолютної помилки. Результати дослідження підтвердили ефективність використання мобільних застосунків для підвищення економічної ефективності підприємств готельно-ресторанного бізнесу.

ABSTRACT

MOBILE APPLICATIONS, ANALYTICS, HOTEL AND RESTAURANT BUSINESS, MATHEMATICAL MODELS, NEURAL NETWORKS, ECONOMIC EFFICIENCY, FIREBASE ANALYTICS.

Explanatory note: 78 p., 5 tables, 16 figure, 1 pp., 26 sources.

The purpose of the qualification work is to analyze the impact of mobile applications on hotel and restaurant business services and to design and develop tools for analyzing the economic feasibility of implementing such applications.

The work analyzes current trends in the development of mobile applications in the hotel and restaurant sector, examines their advantages and challenges. A mathematical model for assessing the economic efficiency of implementing mobile applications has been developed, which is based on key indicators such as the number of entries into the application, average check, user satisfaction rating, etc.

A multi-module mobile application has been developed that integrates the Firebase Analytics service for data collection and analysis. The separation of the analytics module into a separate part provides flexibility, scalability and ease of system maintenance. The application has been tested on real users and data has been collected for modeling.

A neural network has been trained to predict the economic benefit from implementing mobile applications based on data collected through the analytical service. The model was validated using the metrics of mean square error and mean absolute error. The results of the study confirmed the effectiveness of using mobile applications to increase the economic efficiency of hotel and restaurant businesses.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1. Огляд сучасних тенденцій у готельно-ресторанному бізнесі.	10
1.2. Цілі та задачі кваліфікаційної роботи.	12
1.3. Переваги та виклики впровадження мобільних застосунків у готельно-ресторанний бізнес.	12
1.4. Аналіз існуючих рішень та їх впливу на ефективність бізнесу.	14
1.5. Елементи економічного аналізу при впровадженні мобільного застосунку.	17
1.6. Ризики при плануванні впровадження застосунків на підприємстві. .	18
1.7. Висновки з теоретичного аналізу та формування вимог до аналітики даних з застосунку.	20
2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ.....	22
2.1. Методи збору даних для аналізу та створення списку можливих характеристик.	22
2.2. Створення математичної моделі для аналізу економічної вигоди.	23
2.3. Створення блок-схеми для збору і обробки аналітичних даних.	24
2.4. Створення діаграми використання для збору статистики по застосунку.	25
2.5. Створення діаграми послідовності застосунку із функціоналом збору статистики.	26
2.6. Визначення ключових критеріїв для навчання моделі.	27
2.7. Валідація моделі та аналіз точності прогнозів	30
3. РОЗРОБКА ТЕСТОВОГО ЗАСТОСУНКУ ТА НЕЙРОННОЇ МОДЕЛІ ..	31

3.1. Вибір технологій для розробки моделі нейронної мережі та тестового застосунку.....	31
3.2. Вибір сервісу збору аналітики.....	32
3.3. Розробка мобільного застосунку та інтеграція сервісу аналітики.....	34
3.4. Отримання даних із сервісу аналітики.....	38
3.5. Створення моделі нейронної мережі.....	40
3.6. Дослідження отриманих даних із навченої моделі нейронної мережі.....	43
3.7. Нормалізація значень ваги коефіцієнтів.....	48
4. ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ	50
4.1. Особливості впровадження застосунків в умовах кризи.....	50
4.2. Огляд та аналіз вартості розробки та впровадження мобільного застосунку.....	51
4.2.1. Аналіз вартості розробки працівниками власного відділу.....	51
4.2.2. Аналіз вартості розробки із допомогою аутсорсингу.....	53
4.2.3. Аналіз вартості розробки при використанні готових рішень.....	55
4.3. Розрахунок ефективності прибутку з урахуванням витрат на розробку та обслуговування.....	56
4.4. Аналіз стратегій мінімізації витрат на впровадження.....	58
4.5. Прогнозування майбутніх тенденцій.....	60
4.6. Можливі стратегії масштабування застосунків.....	62
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
Додаток А	70

ВСТУП

Мобільні застосунки у сучасному світі є вкрай важливими для розвитку різних галузей бізнесу, виключенням з яких не став і готельно-ресторанний сектор. Використання мобільних застосунків допомагає у підвищенні швидкості взаємодії з користувачами та забезпеченні персоналізованого підходу до клієнтів. Проте, хоч і переваги є очевидними, велика кількість власників готелів та ресторанів зіштовхуються із проблемою щодо того, чи варто впроваджувати мобільні технології у себе, адже із вигодою це несе й мінуси. Головною проблемою, котру вбачають власники бізнесу готельно-ресторанної сфери, є невідомість щодо економічної ефективності та впливу впроваджених мобільних застосунків, адже існують приклади, коли створення персонального додатку для бізнесу принесли тільки збитки замість користі. Тому вкрай важливим є пошук закономірностей в успішних випадках впроваджень мобільних застосунків на підприємства готельно-ресторанної галузі, а також пошук універсальної формули для вирахування можливої вигоди на основі характеристик бізнесу.

Метою даної роботи є вивчити вплив впровадження мобільних застосунків на сервіси готельно-ресторанного бізнесу, а також надати власникам підприємств універсальний інструмент для аналізу економічної доцільності впровадження подібної інновації.

Актуальність дослідження обумовлена швидким розвитком технологій та необхідністю усіх сфер бізнесу до адаптації до цього розвитку. Тема мобільних застосунків стоїть особливо гостро, адже саме вони виступають наразі найбільш масовим інструментом для користувача у досягненні своїх цілей. Особливістю ринку мобільних застосунків також є те, що такі інновації, як штучний інтелект, інтернет речей або доповнена реальність легко впроваджуються на смартфони, які завжди під рукою у кожного, тому збільшується шанс їх використання користувачами. Так як впровадження мобільних застосунків є трудомістким процесом, що створює невизначеність

з приводу економічної доцільності, виникає потреба у дослідженні цього явища [1].

Як гіпотезу до роботи було виділено те, що впровадження мобільних застосунків на підприємство готельно-ресторанної сфери підвищує рівень обслуговування клієнтів, а внаслідок цього і призводить до зростання прибутків. Тому дослідження має на меті підтвердити чи спростувати цю гіпотезу на основі математичного моделювання та аналізу даних і в ході роботи знайти спосіб спрощення роботи з дослідження підприємством впровадження подібних інновацій.

Отже, дослідження є актуальним у зв'язку із активним впровадженням мобільних технологій у всі сфери життя, а також тим, що інновації завжди йдуть поруч із сферою мобільних застосунків. Із використанням сучасних математичних моделей, наборів даних, алгоритмів прогнозування на основі нейронних мереж і дослідження з залученням тестових користувачів з'являється можливість дати відповідь на питання доцільності впровадження мобільних застосунків на підприємство готельно-ресторанної сфери, а також створення практичних рекомендацій щодо способів використання мобільних технологій для максимізації економічної вигоди.

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

До теоретичного аналізу предметної області було створено декілька вимог. Основна із них – ретельно вивчити сучасні тенденції у готельно-ресторанному бізнесі і на основі цього проаналізувати роль мобільних застосунків у цій сфері. Також необхідно виділити переваги та виклики щодо впровадження мобільних застосунків, щоб на основі цих даних можна було розуміти, які фактори є більш впливовими на дохідність, а які менш.

1.1. Огляд сучасних тенденцій у готельно-ресторанному бізнесі.

Ключовим аспектом розвитку бізнесу в сучасних умовах є цифрова трансформація. Переважна частина цифрової трансформації припадає на впровадження мобільних застосунків у сферу обслуговування клієнтів, адже у кожного клієнта є під рукою телефон, тоді як персональний комп'ютер або ноутбук буває не так часто поруч. Особливо можна виділити вплив мобільних застосунків, котрі змінюють сам підхід до обслуговування клієнтів і надання власнику бізнесу детальної аналітики [2].

Мобільні технології допомагають підприємствам готельно-ресторанного бізнесу надавати широкий спектр послуг користувачам. Так, онлайн-бронювання або замовлення їжі до номеру можна зробити за допомогою телефону. Завдяки персоналізованому підходу (персональні акції та рекомендації користувачам) мобільні застосунки забезпечують швидку та безболісну інтеграцію на підприємство, що є вкрай важливим на ринку [3].

Також, наявна тенденція до збільшення кількості сучасних інноваційних технологій у мобільних застосунках. Можна виділити такі технології:

- чат-боти на основі штучного інтелекту для допомоги із сервісами;
- рекомендаційні системи для створення персоналізованих рекомендацій;

- віртуальні тури по кімнатах із використанням технології AR (доповнена реальність);
- інтерактивні меню з технологією AR (доповнена реальність) для створення тривимірних зображень страв;
- автоматизація обслуговування з використанням інтернету речей.

Як можна помітити, основними технологіями, які наразі є найбільш актуальними, є нейромережеві технології, доповнена реальність та інтернет речей. Останній є найбільш активним у впровадженні, адже допомагає із такими функціями, як доступ до номеру без фізичного ключа (достатньо телефону з електронним підписом у додатку), керування освітленням, температурою, шторами і т.д.

Окремо слід зазначити роль мобільних застосунків у покращенні операційної ефективності підприємств. Використання таких додатків може допомогти бізнесу зменшити витрати на персонал за рахунок автоматизації повторюваних завдань. Наприклад, електронні меню з інтерактивними функціями можуть знизити потребу у друкованих матеріалах та спростити процес оновлення інформації. Крім того, можливість отримання даних про поведінку клієнтів у режимі реального часу дає змогу бізнесу швидко адаптуватись до змін у споживчих потребах.

Ще однією важливою тенденцією є використання мобільних додатків як інструменту для аналітики та маркетингу. Дані, зібрані через такі застосунки, дозволяють власникам бізнесу отримувати статистику про частоту використання певних функцій, обсяги транзакцій і рівень задоволеності клієнтів. Це допомагає розробляти більш точні маркетингові стратегії, знижуючи витрати на неефективні рекламні кампанії [4].

Дані тенденції тільки підтверджують те, що мобільні застосунки активно впроваджуються передусім для покращення клієнтського досвіду, а отже, клієнт із більшим шансом залишиться задоволеним якщо йому для доступу до різного спектру послуг не потрібно мати персональний комп'ютер або контакт

із людиною. Варто зазначити, що використання мобільних застосунків не звільняє підприємство від необхідності витрат на персонал, але це може зменшити виплати по заробітним платам і полегшити масштабування бізнесу.

1.2. Цілі та задачі кваліфікаційної роботи.

Ціль роботи полягає в дослідженні того, який вплив несуть мобільні застосунки на сервіси готельно-ресторанного бізнесу, а також у створенні універсальної масштабованої моделі оцінки економічної ефективності впровадження мобільних застосунків.

Для того, щоб досягнути мети роботи, були визначені такі завдання:

- проаналізувати предметну область та існуючі аналоги на ринку;
- створити математичну модель розрахунку економічної вигоди, яка буде достатньо універсальною та масштабованою;
- знайти спосіб ефективного збору даних для математичної моделі;
- провести аналіз зібраних даних;
- виконати проектування структури нейронної мережі для аналізу даних про користувачів;
- ідентифікувати головні ризики при впровадженні мобільних застосунків;
- надати пропозиції щодо мінімізації витрат для забезпечення максимального рівня прибутку від впровадження застосунку.

Тобто в результаті очікується спростування або підтвердження тези роботи, а також створення практичних рекомендацій для підприємств по ефективному впровадженню мобільних застосунків.

1.3. Переваги та виклики впровадження мобільних застосунків у готельно-ресторанний бізнес.

Головною перевагою впровадження мобільних застосунків можна виділити покращення зручності використання користувачами, адже до будь-

якого сервісу готельно-ресторанного бізнесу завжди є швидкий та зручний доступ. Завдяки залученню нових клієнтів й автоматизації багатьох операцій збільшується й економічна вигода від впровадження такого роду інновацій [5].

Також, перевагою можна назвати персоналізацію послуг. Завдяки персоналізованому підходу до рекомендацій користувачам і використанню для цього історії їх замовлень, поведінкових даних і вподобань підвищується лояльність клієнтів, що несе за собою покращення комунікації із адміністративним апаратом.

Ще одним важливим аспектом є екологічність мобільних застосунків. Вони дозволяють значно скоротити кількість паперової роботи, яка традиційно використовується у готельно-ресторанному бізнесі. Наприклад, електронні квитанції, меню, замовлення та звітність повністю замінюють паперові аналоги. Це сприяє збереженню природних ресурсів, зменшенню обсягу відходів та створює більш екологічний підхід до ведення бізнесу. У сучасних умовах, коли суспільство все більше орієнтується на принципи сталого розвитку, екологічність стає не тільки перевагою, а й конкурентною необхідністю, адже завдяки їй є з'являється можливість привабити більшу кількість клієнтів.

Як і будь-яка технологія, мобільні застосунки при впровадженні окрім переваг несуть і певні виклики. Найбільш критичною проблемою є безпека даних, адже саме через витоки даних відбуваються в тому числі і фінансові крахи компаній. Тому вкрай важливим є продумана захищеність мобільного додатку для захисту від, принаймні, найбільш популярних типів хакерських атак (наприклад, «man in the middle», тобто атака з перехватом пакетів даних у мережі). Певним чином полегшує пошук незахищених місць регламент GDPR (загальний регламент про захист даних Європейського Союзу). Але слідування регламенту теж створює додаткові складнощі та вимагає додаткових трат на розробку.

Також, при впровадженні мобільного застосунку на підприємстві з'являється багато проблем із його оновленням і підтримкою. Сервіси

розгортання мобільних додатків, такі як Google Play або AppStore, вимагають від розробників регулярно оновлювати додаток новим функціоналом, навіть найменш значним. Це може стати проблемою для підприємства, котре тільки почало шлях впровадження мобільного застосунку у всі свої сервіси.

Не менш важливим аспектом є навчання персоналу і плавна зміна звичок клієнтів при використанні застосунку. Щоб подолати цю перешкоду на шляху інтеграції, використовуються користувацькі інструкції (як для адміністративного персоналу, так і для користувачів), а також onboarding. Onboarding – це плавний процес навчання користувача використанню застосунку, котрий не змушує його переключатись на інший файл з інструкціями, а є плавно вплетеним у сам застосунок завдяки підказкам у інтерфейсі [6].

Отже, впровадження мобільних застосунків у готельно-ресторанний бізнес хоч і привносить позитивні аспекти, але створює багато перешкод для підприємства. Тому вкрай важливим є дослідити детально кожен даний аспект і, за потреби, знайти шлях його подолання для того, щоб впровадження застосунку було якомога більш безболісним як з економічної точки зору, так і у аспекті навчання персоналу і користувачів використання нових технологій.

1.4. Аналіз існуючих рішень та їх впливу на ефективність бізнесу.

У сфері ресторанного бізнесу найбільше можна виділити український застосунок Expienza та Zomato від розробників із Індії.

Застосунок Expienza орієнтований на перетворення звичайного досвіду використання сервісів ресторанів на соціальну мережу. Тут користувачі можуть ділитись своїми враженнями і ділитись стравами, що підвищує лояльність клієнтів. Але є й мінуси – це відсутність інтеграції з іншими сервісами управління бізнесом та обмежені функціональні можливості лише ресторанами. Це дуже послаблює позиції даного застосунку в аспекті аналізу даних власниками бізнесу і, згідно з цим, створенню нових користувацьких рішень.

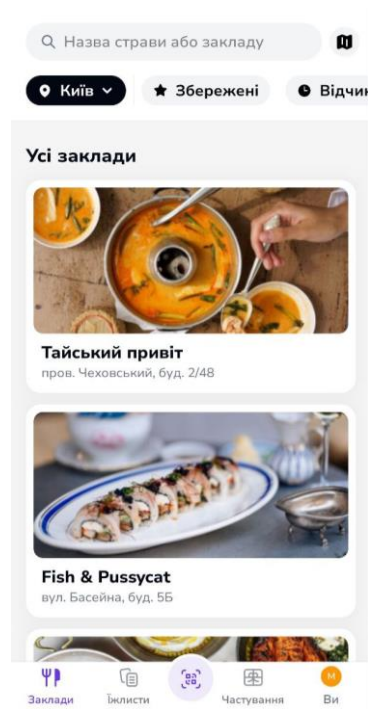


Рисунок 1.1 – Інтерфейс Expirenza

Наступний додаток – Zomato. Він є багатофункціональним, має можливості з доставки їжі, але не позбавлений тих самих проблем, що й Expirenza. Цей застосунок є обмеженим у лише ресторанним бізнесом і доставками, а також не витримує конкуренції на ринку за рахунок відсутності активного впровадження сучасних технологій.

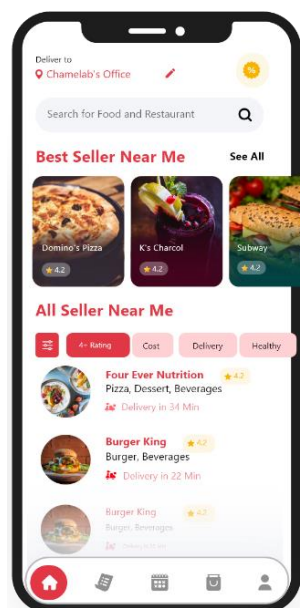


Рисунок 1.2 – Інтерфейс Zomato

У сфері готельного бізнесу особливо виділяється застосунок Marriott Bonvoy. Його перевагами є повний цикл обслуговування клієнтів, програми лояльності, а також збір відкритих персональних даних для покращення персоналізації. Із недоліків – закритість системи, адже вона орієнтована лише на мережу готелів Marriott Bonvoy.

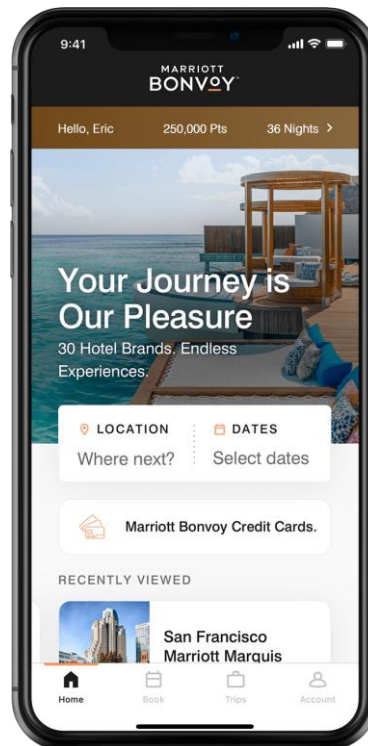


Рисунок 1.3 – Інтерфейс Marriott Bonvoy App

Як можна помітити, усі перелічені застосунки спрямовані на те, щоб полегшити роботу клієнта з сервісами бізнесу і персоналізувати клієнтський досвід. Завдяки цьому підвищується економічна ефективність впровадження подібних рішень. Але усі аналоги об'єднує декілька проблем, найбільш критичною з яких є відсутність інтеграції з сервісами аналітики, відкритими для власників бізнесу. Також, деякі застосунки є дуже закритими і орієнтованими лише на певну мережу підприємств, що перешкоджає ефективному аналізу їх впровадження, а також критично збільшує витрати на обслуговування і розробку.

1.5. Елементи економічного аналізу при впровадженні мобільного застосунку.

Економічний аналіз є основною складовою даного дослідження, тому важливо дослідити теоретичні засади цього поняття. Коли говорять про економічний аналіз в контексті сфери інформаційних технологій, то мається на увазі оцінка витрат, що пов'язані як з розробкою, так і з впровадженням та експлуатацією програмного забезпечення. В контексті мобільних застосунків це поняття не змінюється, тому є можливим оцінити економічний ефект для бізнесу від його використання.

Основним елементом економічного аналізу є прямі витрати на розробку. Сюди включаються як написання коду і створення дизайну, так і підтримка необхідної інфраструктури (хостинги, бази даних), регулярні оновлення за вимогами сервісів публікації застосунків та оплата акаунтів розробників на даних сервісах.

Також складовою економічного аналізу є непрямі витрати. Вони пов'язані переважно із навчанням персоналу користуванню додатком, але сюди також можна включити інтеграцію з робочими на підприємстві системами. Так, наприклад, якщо вже використовуються CRM системи, то для них може бути підключено мобільний застосунок для персоналу, що понесе за собою витрати на інтеграцію.

Особливістю мобільних застосунків також є те, що вони можуть розповсюджуватись у сервісах публікації (Play Market або AppStore), на що теж необхідні витрати. До розходів даної категорії відноситься маркетинг та просування застосунку у сервісах. Також, доступ до повного спектру функцій розробниками для підприємства може надаватись за підпискою. В такому випадку бізнес економить гроші на підтримці додатку, але витрачає на регулярну оплату підписки за користування сервісом.

Потенційні ж доходи можуть бути досягнуті завдяки тому, що мобільний застосунок покращує комунікацію з клієнтами, а також підвищує швидкість роботи персоналу. Завдяки автоматизації процесів на рівні застосунку у

персоналу більше немає вимоги йти в конкретне місце перевіряти замовлення, тоді як достатньо лише перевірити його статус у додатку. Зручний додаток також часто виступає як додатковий маркетинг, адже більшість людей переважно користується подібними сервісами «під рукою». Тому, якщо розробниками були враховані всі найбільш поширені патерни поведінки користувачів, зростає кількість клієнтів [7].

Із попередніх двох факторів стає можливим проаналізувати окупність інвестицій у мобільний застосунок. Окупність інвестицій – це визначення часу, за який гроші, вкладені на розробку або підписку на застосунок зможуть себе окупити і вийти в стабільний дохід. А завдяки підходу моделювання до даного дослідження можна побудувати різні сценарії бізнесу (від великого ресторану до малого готелю) і таким чином оцінити, наскільки швидко те чи інше підприємство отримає рентабельність від впровадження застосунку. Завдяки цьому можна буде визначити основні метрики, які найбільше впливають на швидкість окупності впровадження.

Серед потенційних ризиків впровадження може бути як занадто конкурентне середовище, так і низька активність користувачів на підприємстві з тих чи інших причин. Але якщо враховувати усі нюанси економічного аналізу при здійсненні обчислень економічної вигоди, то можливо вивести універсальну формулу для будь-якого підприємства готельно-ресторанного бізнесу шляхом виведення основних метрик впливу. Це допоможе створити загальні рекомендації для власників готелів та ресторанів, а також проаналізувати ефективність впровадження мобільного застосунку навіть без часу і витрат на тестування безпосередньо на підприємстві.

1.6. Ризики при плануванні впровадження застосунків на підприємстві.

Планування та впровадження мобільних застосунків на підприємстві є складним процесом, який супроводжується низкою ризиків, що можуть вплинути на успішність реалізації проєкту. Визначення та врахування цих

ризиків є ключовими етапами підготовки до впровадження, оскільки вони дозволяють мінімізувати можливі втрати та забезпечити ефективність функціонування застосунку.

Одними із найбільш значущих ризиків є регуляторні умови. Регуляторне середовище може змінюватися залежно від ринкових, юридичних чи політичних обставин. Наприклад, посилення правил щодо захисту даних користувачів, як-от GDPR у Європі, може вимагати суттєвих змін у роботі мобільного застосунку, а також додаткових витрат на адаптацію програмного забезпечення до нових стандартів. Крім того, законодавчі вимоги можуть відрізнятися в залежності від регіону, де оперує підприємство, що додає складності до процесу впровадження.

Ще одним критичним ризиком є технічні збої. Застосунки, які залежать від стабільної роботи серверів, мережевих підключень або інших технічних компонентів, можуть зазнавати збоїв через перевантаження, неякісний код або зовнішні атаки, такі як DDoS. У разі таких збоїв страждає не лише функціональність застосунку, але й репутація підприємства. Наприклад, тимчасова недоступність додатку для бронювання може призвести до втрати клієнтів, зниження рівня довіри та економічних збитків. Тому важливо забезпечити резервні копії даних, регулярне тестування системи та налаштування протоколів швидкого реагування на технічні проблеми.

Несподівані кризові ситуації також є суттєвим фактором ризику. До таких ситуацій належать економічні кризи, пандемії, природні катаклізми чи інші глобальні події, які різко змінюють умови функціонування бізнесу. Наприклад, пандемія COVID-19 стала викликом для багатьох готельно-ресторанних підприємств, змусивши їх адаптуватися до нових реалій, таких як зростання попиту на онлайн-замовлення та доставки. У таких випадках мобільні застосунки можуть стати не тільки способом вирішення проблем, а і принести додаткові збитки через високі вимоги до якості та масштабів впровадження на підприємстві [8].

1.7. Висновки з теоретичного аналізу та формування вимог до аналітики даних з застосунку.

За результатами проведеного аналізу можна зробити певні висновки. В першу чергу стало зрозуміло, що мобільні технології у готельно-ресторанному бізнесі відіграють важливу роль, мобільні застосунки дозволяють підприємствам підвищити рівень клієнтського обслуговування та лояльність користувачів до бізнесу в цілому. Успіх впровадження застосунків залежить від того, як легко і дешево він інтегрується із наявними бізнес-процесами підприємства, при цьому не втрачаючи функціональності та не обмежуючи користувача у використанні технологій.

Також, важливим є створення застосунку, який би підтримував роботу з найбільш важливими у сучасному світі технологіями, такими як нейромережі, доповнена реальність та інтернет речей. Завдяки такій інтеграції відкриваються нові можливості з підвищення ефективності обслуговування, а також з'являються нові можливості аналітики для власників бізнесу. Завдяки розширеним можливостям аналітики з'являється можливість виокремити найбільш важливі для підвищення економічної ефективності аспекти при впровадженні на підприємстві мобільного застосунку.

Однак, одним із основних викликів стало обмеження доступу до відкритих даних про прибутки компаній після інтеграції мобільних застосунків. Закритість таких даних створює труднощі для аналізу конкретного впливу застосунків на економічну ефективність підприємств. У таких умовах важливим є використання досліджень, які виокремлюють ключові фактори, що впливають на дохідність бізнесу. Наприклад, такими факторами можуть бути кількість входів у додаток за певний період часу, вплив застосунків на середній чек клієнтів, загальна частота використання певних функцій застосунку, а також зростання кількості повторних клієнтів.

Серед вимог до аналітики застосунку, яка дозволить власникам бізнесу керувати рекламними кампаніями, важливою можна назвати інтеграцію із хоча б одним найбільш популярним сервісом для збору даних про

використання застосунку. Таким чином, з'являється можливість провести детальний аналіз даних, таких як частота використання певних функцій, і завдяки цьому керувати процесами, які прямо впливають на економічну ефективність. Також, при такій інтеграції власники бізнесу мають можливість виокремити для себе ті аспекти бізнесу, які приносять найменше грошей і зосередитись на їх вдосконаленні.

Також важливою є якість моделі, що робить передбачення значущих метрик, адже від неї і залежить правильність усіх обчислень. Тому вкрай необхідно також підібрати правильні методи навчання і валідації моделі, а також використати хоча б декілька методів оцінювання якості її навчання. Такий підхід допоможе бути впевненому у тому, що передбачення було здійснено правильно, а значить і результати використання формули економічної ефективності впровадження мобільного застосунку на підприємстві є коректними.

2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ

2.1. Методи збору даних для аналізу та створення списку можливих характеристик.

У зв'язку з тим, що прогнозування буде вестись на основі мобільного застосунку, для збору даних планується інтеграція із сервісом Google Analytics. Цей сервіс дозволяє зібрати такі дані про користувача:

- час, проведений у застосунку;
- частота використання окремих функцій;
- кількість відвідувань;
- демографічні дані;
- відкриті дані про транзакції, такі як частота бронювання та сума покупок;
- дані про динаміку приросту користувачів.

Сервіс дає змогу формувати таблиці із даним переліком значень про користувачів, на основі чого можна прогнозувати подальшу економічну поведінку застосунку.

Для такого переліку даних найбільш зручними методами прогнозування впливу на економічний стан підприємства є аналіз часових рядів, регресійний аналіз та методи машинного навчання.

Аналіз часових рядів застосовується для прогнозування активності користувачів на основі історичних даних. Так, наприклад, можна передбачити, у які періоди часу користувачі найбільш активно користуються додатком. Цей метод прогнозування може використовуватись для планування маркетингових кампаній. Регресійний аналіз допоможе визначити, яка є залежність між різними показниками, такими як наприклад витрати на рекламу та кількість нових установок. Методи ж машинного навчання дозволяють надавати

виявляти аномалії в поведінці користувачів на основі отриманих даних автоматично, а також прогнозувати, наприклад, відток користувачів у певні часи.

Отже, використання методів прогнозування та аналітики у мобільних застосунках для готельно-ресторанного бізнесу може допомогти підвищити ефективність управління, виділити найбільш впливові фактори на прибутки та витрати, а також зробити на основі даних висновки, які використовуються для рішення проблеми впровадження мобільного застосунку на підприємстві.

2.2. Створення математичної моделі для аналізу економічної вигоди.

Так як необхідно створити таку математичну модель, що дозволить оцінити економічну вигоду від впровадження мобільного застосунку для готельно-ресторанного бізнесу, то її необхідно формувати на основі даних, які можуть бути зібрані з аналітичних інструментів. Економічна вигода дорівнює різниці між доходами, котрі були отримані за певний період, і загальними витратами на використання застосунку на підприємстві, поділеними на ці ж витрати. Використовувати даний підхід було вирішено використовувати формулу економічної ефективності інвестицій:

$$ROI = \frac{P-V}{V} * 100\%, \quad (2.1)$$

де P – передбачуваний дохід за період, V – витрати на впровадження застосунку на підприємство;

$$P = \omega_0 + \omega_1 * x_1 + \omega_2 * x_2 \dots + \omega_n * x_n, \quad (2.2)$$

де ω_0 – коефіцієнт базового доходу (індивідуально для кожного підприємства), ω_n – коефіцієнт значущості фактору, x_n – значення ключового фактору;

Завдяки нейронним мережам на основі наявних аналітичних даних пропонується прогнозувати P , тобто прибуток із урахуванням ключових факторів. Завдяки точному прогнозуванню можна отримувати майбутні тенденції, зміни в попиті, а формулу підтвердити практичним використанням на тестових даних. У разі успішного обчислення економічної вигоди за формулою можна буде сказати, що вона є коректною і може бути використана для прогнозування економічного впливу впровадження мобільного застосунку на будь-яке підприємство готельно-ресторанної сфери. Саме тому для обчислення передбачуваного доходу було обрано лінійну регресію з n значеннями, адже необхідна максимально гнучка формула, котра зможе підлаштуватись під світові тенденції та особливості певного підприємства.

2.3. Створення блок-схеми для збору і обробки аналітичних даних.

Була розроблена блок-схема процесу збору даних для його коректного обчислення (див. рис. 2.1):

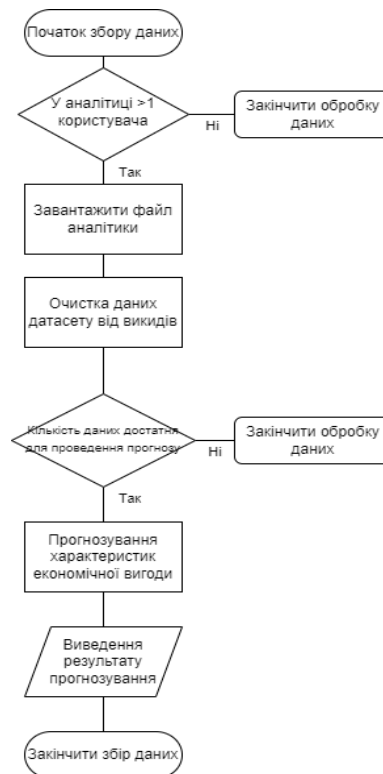


Рисунок 2.1 – Блок-схема збору даних та їх обробки

Як можна помітити зі схеми, після початку збору даних спершу перевіряється наявність у них хоча б одного запису. Якщо такий є – можна завантажувати набір даних та очищати його від викидів за потреби. Сервіси аналітики не завжди збирають всі дані коректно, тому іноді очистка потрібна.

Після збору даних та їх очистки вже перед застосуванням моделі машинного навчання для передбачення певних характеристик перевіряються дані на достатню кількість для проведення прогнозу. Якщо так – продовжується процес прогнозування певного поля, необхідного для передбачення вигоди від впровадження застосунку. Після виведення результатів прогнозування їх можна використати вже для формування звіту і, таким чином, завершити збір даних. Таким чином, завершується цикл збору даних, який допомагає у розрахуванні вигоди від мобільного додатку.

2.4. Створення діаграми використання для збору статистики по застосунку.

Для того, щоб отримані теоретичні дані можна було підтвердити, необхідно створити тестовий застосунок. Це застосунок, необхідний для збору базової статистики, на основі якої можна підтвердити або спростувати створену математичну формулу та блок-схему з прогнозування економічної вигоди (див. рис. 2.2).

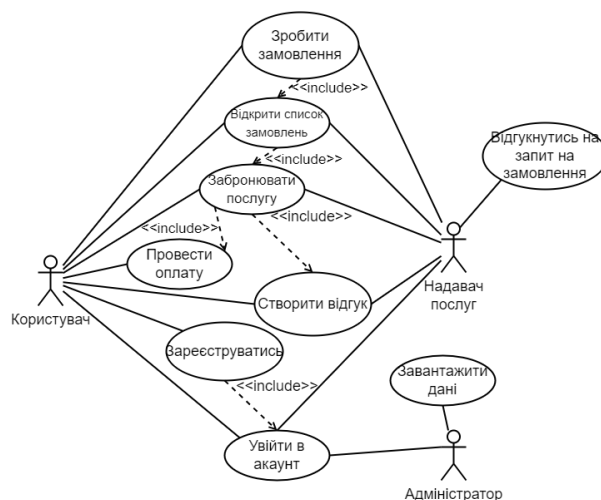


Рисунок 2.2 – Діаграма використання тестового застосунку

Згідно діаграми, можна помітити, що найбільше дій є у користувача та надавача послуг. В даному випадку користувач – це клієнт, тоді як надавач послуг – це офіціант або консьєрж. Адміністратор же відповідає за редагування публічних даних та їх вивантаження для отримання необхідної по його підприємству аналітики.

Завдяки використанню такого тестового додатку на будь-якому підприємстві, можна отримати необхідні, обумовлені реальними діями користувачів, дані для аналізу. Особливістю даної схеми є те, що її можна впровадити і в уже існуючий застосунок щоб отримати дані для аналітики і спрогнозувати економічну вигоду від його подальшого використання. Такий підхід допомагає зробити дослідження більш персоналізованим під потреби бізнесу.

2.5. Створення діаграми послідовності застосунку із функціоналом збору статистики.

Створення діаграми послідовності є важливим етапом для аналізу, адже вона дозволяє визначити хід роботи важливого функціоналу. Тому було проаналізовано найбільш необхідний функціонал серед подібних застосунків та створено діаграму послідовності (див. рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності мобільного застосунку

Завдяки створенню діаграми послідовності при розробці алгоритмів дослідження легше зрозуміти, де саме необхідно внести ті чи інші зміни та налаштувати взаємодію.

У випадку мобільного застосунку з функціоналом збору статистики діаграма послідовності демонструє, як користувач взаємодіє із застосунком, які дані збираються, як вони передаються до сервісу аналітики та яким чином вони обробляються для подальшого використання. Так, можна помітити з діаграми, що усі дії користувача дублюються у аналітику. Після цього йде оновлення статусу від сервісу збору даних і застосунок знову готовий продовжувати роботу. Раз на деякий час застосунок, щоб не перевантажувати сервери аналітики, передає кількість часу, що користувач витрачає на тих чи інших екранах по всьому застосунку. Таким чином з'являється можливість зібрати найбільш важливі метрики, що необхідні для аналізу впливу мобільного застосунку на підприємство.

2.6. Визначення ключових критеріїв для навчання моделі.

Для того, щоб створити якісну модель нейронної мережі для об'єкту дослідження, необхідно визначити, які саме критерії будуть ключовими. Для цього було створено схему моделювання, що описує об'єкт дослідження та взаємозв'язки між вхідними параметрами та вихідним результатом (див. рис. 2.4).

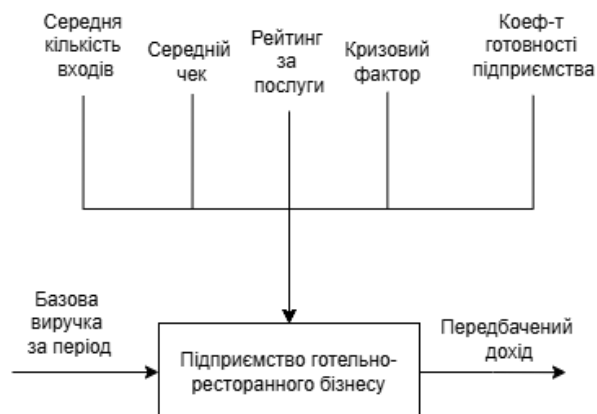


Рисунок 2.4 – Схема моделювання системи аналізу

Метрика періоду часу не береться до уваги, адже вона може бути будь-якою. Як можна помітити з діаграми, було вирішено використовувати 5 ключових факторів:

- середня кількість входів у застосунок. Згідно звіту сервісу Statista, застосунки із більшою кількістю активних користувачів на місяць приносять значно більше доходу, ніж застосунки із меншою [9].
- Середній чек за вхід. Завдяки використанню мобільного застосунку, можна підвищити середню вартість замовлення у користувачів, що позитивно впливає на виручку [10].
- Рейтинг обслуговування. Згідно досліджень, підвищення оцінки за обслуговування всього на 1 пункт покращує виручку на 5-9% [11].
- Кризовий фактор. Кризи, такі, як Covid-19, призвели до зниження доходів на 30-50% в індустрії готельно-ресторанного бізнесу, тому цей фактор суттєво впливає на фінальний дохід [12].
- Готовність підприємства до впровадження мобільних технологій. Цей фактор суттєво позитивно повинен впливати на доходність інвестицій, адже компанії, що готові до впровадження цифрових трансформацій, демонструють ріст виручки на 2,5 рази швидше [13].

Окремо необхідно виділити останній фактор. Для його визначення найкращим та найбільш легким способом є проходження опитувальника підприємством. Опитувальник складається із таких питань (відповідь від 1 до 5 балів):

- Чи має ваше підприємство сучасне комп'ютерне обладнання?
- Чи використовуєте ви хмарні технології у бізнес-процесах?
- Чи підтримує керівництво ідею цифрової трансформації?
- Чи готовий персонал до навчання та освоєння нових технологій?
- Чи виділено бюджет на цифрові проекти?

- Чи проводилися фінансові розрахунки рентабельності впровадження мобільного застосунку?
- Чи запитують клієнти про можливість використання мобільного застосунку?
- Чи використовують конкуренти мобільні рішення?
- Чи ознайомлені ви з вимогами законодавства щодо захисту персональних даних?
- Чи маєте ви політику конфіденційності та безпеки даних?

Щоб перевести питання у фінальний коефіцієнт, необхідно зробити нормалізацію кожного питання і обчислити середнє значення.

$$R_i = \frac{A_i - 1}{4}, \quad (2.3)$$

де R_i – нормалізована оцінка відповіді, A_i – оцінка відповіді;

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (2.4)$$

де F – фінальний результат, n – кількість питань, R_i – нормалізована оцінка питання;

Для прикладу, візьмемо масив відповідей $A=[5,4,3,5,4,2,3,4,5,4]$. Із нього згідно формули можна отримати список із нормалізованими значеннями: $R=[1.0,0.75,0.5,1.0,0.75,0.25,0.5,0.75,1.0,0.75]$. Використовуючи формулу, отримуємо фінальний результат обчислень для даного фактору готовності підприємства: $F = \frac{1.0+0.75+0.5+1.0+0.75+0.25+0.5+0.75+1.0+0.75}{10} = \frac{7.25}{10} = 0.725$.

Таким чином, всі фактори підкріплені дослідженнями та є необхідними до використання у формулі вирахування виручки від вкладень у впровадження мобільного застосунку. Ці коефіцієнти отримано галузевих контрольних показників і тематичних досліджень, що забезпечує реалістичну основу для вашої моделі. Вони ґрунтуються на задокументованих доказах того, як

мобільні додатки впливають на показники бізнесу в готельному та ресторанному секторах. Значення врівноважують емпіричні дані з потребою практичного застосування в прогнозному моделюванні.

2.7. Валідація моделі та аналіз точності прогнозів

Валідація моделі для передбачення потрібних даних є вкрай важливою, адже неправильно навчена модель не зможе дати точний прогноз. Проблемами може стати перенавчання або недонавчання моделі, що дуже впливає на коректність отриманих результатів передбачення.

Як метод валідації моделі у даній роботі використовується крос-валідація. Крос-валідація – це процес валідації, при якому дані діляться на певну кількість однакових частин і модель тестується k разів, кожного разу новою частиною даних. Завдяки цьому вона навчається на одних даних, а тестується завжди на інших актуальних. Також, для додаткового підтвердження, дані будуть валідуватись на інших незалежних даних – тих, які модель повинна була передбачити [14].

Метрик оцінки точності моделі використовувати можна одразу декілька. Для роботи було взято найбільш популярні:

- середня квадратична помилка;
- середня абсолютна помилка;
- F1-міра, яка враховує баланс між точністю та повнотою.

Аналізуючи усі зібрані метрики під час тестування можна зробити висновки про те, наскільки модель ефективно працює. Якщо модель показує задовільний результат – то ваги моделі фіксуються і використовуються для передбачення значень, необхідних для обчислення потенціальної економічної вигоди від впровадження мобільного застосунку на підприємстві. В даному випадку задовільний результат – це збігання тестових даних із навчальними даними у передбачуваних результатах, а також задовільний регресійний аналіз потенціального прибутку компанії [15].

3. РОЗРОБКА ТЕСТОВОГО ЗАСТОСУНКУ ТА НЕЙРОННОЇ МОДЕЛІ

3.1. Вибір технологій для розробки моделі нейронної мережі та тестового застосунку.

Для розробки мобільного застосунку використовувалось таке середовище розробки, як Android Studio. Це найбільш популярне середовище розробки, яке дозволяє створювати мобільні застосунки для системи Android та має повну інтеграцію із сервісами Firebase й емуляторами. Завдяки цьому швидкість розробки застосунку для дослідження роботи із сервісами аналітики підвищується [16].

Основною мовою програмування для реалізації мобільного застосунку було обрано Kotlin. Ця мова стала офіційно підтримуваною Google для розробки під Android, і вона вирізняється своєю сучасністю, простотою та високою ефективністю. Kotlin забезпечує чистий і лаконічний код, що дозволяє уникнути багатьох типових помилок, притаманних Java, та робить розробку швидшою і зручнішою. Крім того, Kotlin має багату екосистему бібліотек, що значно спрощує інтеграцію додаткових функцій у застосунок.

Для реалізації моделі нейронної мережі було обрано мову програмування Python. Python є стандартом для задач машинного навчання завдяки своїй простоті, зрозумілому синтаксису та великій кількості бібліотек, таких як TensorFlow, Keras та PyTorch, які були використані для створення та тренування нейронної мережі [17].

Для виконання обчислень і навчання нейронної мережі було використано сервіс Google Colab. Цей сервіс надає можливість виконувати Python-код у хмарному середовищі з використанням GPU або TPU для прискорення процесів навчання моделі. Colab також забезпечує легкий доступ до збереження результатів, інтеграцію з Google Drive і простоту спільної

роботи над проєктом. Завдяки використанню Colab вдалося значно скоротити час тренування моделі та спростити обробку великих масивів даних.

Вибір технологій для розробки нейронної мережі та тестового застосунку базувався на таких умовах:

- ефективність обробки даних;
- гнучкість у використанні;
- простота розгортання у будь-якому середовищі (додаток, хмарне рішення і т.д.);
- популярність і підтримка спільноти.

Таким чином, поєднання Kotlin для мобільного застосунку та Python для нейронної мережі дозволило створити ефективну систему, що забезпечує аналіз зібраних даних і точність передбачень. Використання сучасних середовищ розробки, таких як Android Studio та Google Colab, сприяло досягненню високого рівня продуктивності та оптимізації розробницьких процесів. Таким чином додатково були проаналізовані рішення, які мінімізують витрати часу та ресурсів на розробку мобільного застосунку для інтеграції у підприємство.

3.2. Вибір сервісу збору аналітики.

На вибір існують три найбільш популярних сервіси для збору аналітики:

- Google Firebase;
- Facebook Analytics;
- AppsFlyer.

Firebase Analytics пропонує надійне відстеження на основі подій, що дозволяє точно вимірювати взаємодію клієнтів, наприклад бронювання номерів, перегляди меню або завершення платежів. Його обробка даних у режимі реального часу забезпечує миттєве застосування інформації, допомагаючи швидко коригувати послуги або рекламні стратегії. Крім того, Firebase легко інтегрується в екосистему Google, забезпечуючи розширену

рекламну та можливість завантажити дані у форматі csv для навчання моделі [18].

Масштабованість інструменту ще більше підвищує його придатність, оскільки він може обслуговувати мільйони користувачів, що робить його ідеальним для компаній, починаючи від невеликих ресторанів і закінчуючи великими мережами готелів. Процес впровадження Firebase спрощено за допомогою зручних SDK і детальної документації, що зменшує технічні витрати, які зазвичай пов'язані з аналітичними платформами. Його безкоштовний рівень, який підтримує широкі функціональні можливості, забезпечує економічну ефективність, особливо для проектів або компаній з обмеженим бюджетом, одночасно дозволяючи додаткові оновлення для більш складних потреб.

Для порівняння, Facebook Analytics більше зосереджена на додатках, керованих соціальними мережами, наголошуючи на залученні користувачів і ефективності кампаній у Facebook та Instagram. Незважаючи на цінність для підприємств, які значною мірою покладаються на ці платформи, його вузький обсяг обмежує його корисність для більш широких, незалежних програм, таких як ті, що призначені для сектору гостинності. AppsFlyer, з іншого боку, чудово підходить для маркетингової атрибуції, відстеження ефективності кампанії та шляху клієнтів. Однак його складність, швидка крива навчання та висока вартість роблять його більш придатним для підприємств з інтенсивними маркетинговими операціями, а не для загальної аналітики та операційної інформації.

Поєднання розширених функцій, доступності, масштабованості та підтверженого успіху в додатках, пов'язаних із гостинністю, робить Firebase найкращим вибором для цього проекту. Це забезпечує ефективний збір даних, значущу інформацію про клієнтів і бездоганну інтеграцію в ширшу бізнес-екосистему, гарантуючи, що програма підтримує прийняття обґрунтованих рішень і оптимізацію послуг. Вибираючи Firebase, проект забезпечує надійну

основу для аналітики і довгострокове зростання готельного та ресторанного бізнесу [19].

3.3. Розробка мобільного застосунку та інтеграція сервісу аналітики.

Розроблений мобільний застосунок побудований за принципом багатомодульності. Це означає, що його функціонал розділений на окремі модулі, кожен з яких відповідає за певну частину логіки програми. Такий підхід дозволяє підвищити структурованість проєкту, зменшити залежності між компонентами та спрощує підтримку й масштабування коду в майбутньому [20].

Модуль аналітики винесено окремо від інших модулів, таких як модуль користувацького інтерфейсу, модуль обробки бізнес-логіки чи модуль мережевих запитів. Такий підхід забезпечує кілька важливих переваг:

- легкість оновлення;
- модуль аналітики можна використовувати повторно в інших проєктах, що знижує витрати на розробку;
- завдяки чітким межах між модулями, тестування кожного з них відбувається незалежно, що підвищує якість програмного забезпечення;
- винесення аналітики в окремий модуль запобігає проблемам з кодом в інших частинах проєкту у разі внесення змін до аналітичної частини.

Для інтеграції сервісу Firebase до проєкту необхідно зробити як зміни в коді, так і реєстрацію проєкту в консолі Firebase.

Використання Firebase Analytics дозволило автоматизувати процес збору даних про використання мобільного застосунку. Це значно полегшує аналіз популярності сервісів, середнього чеку, та в цілому збір аналітичних даних, завдяки чому з'являється можливість проведення дослідження на

реальних тестових користувачах. Для відправки даних в сервіс аналітики було створено універсальний клас, котрий можна використовувати у будь-якому модулі проєкту [21]. Його код виглядає таким чином:

```
object FirebaseAnalyticsWrapper {
    private var firebaseAnalytics: FirebaseAnalytics? = null

    fun initializeAnalytics(context:
android.content.Context) {
        if (firebaseAnalytics == null) {
            firebaseAnalytics = Firebase.analytics
        }
    }

    fun logEvent(eventName: String, params: Map<String,
Any>) {
        println("Firebase Analytics Event: $eventName,
Params: $params")
        firebaseAnalytics?.logEvent(eventName,
Bundle().apply {
            params.forEach { (key, value) ->
                when (value) {
                    is String -> putString(key, value)
                    is Int -> putInt(key, value)
                    is Long -> putLong(key, value)
                    is Double -> putDouble(key, value)
                    else -> throw
IllegalArgumentException("Unsupported value type:
${value::class.java}")
                }
            }
        })
    }
}
```

Як можна побачити з наведеного коду, він покриває якомога більше можливих випадків для даних, які можуть бути надіслані до сервісу аналітики. Найбільш універсальним в даному випадку є `String`, адже будь-які специфічні дані можна передати у вигляді рядку, який потім на етапі завантаження csv таблиці в нейронну мережу перевести у потрібне значення.

Також, для тестових користувачів важливо було розуміти, чи коректно відпрацював застосунок при відправці їх даних. Тому було також додано візуальне відображення про статус відправки даних до `Firebase Analytics`. Так, дане повідомлення відображається у нижній частині екрану при відправці свого чеку до сервісу (див. рис. 3.1).

Як видно зі скріншоту застосунку, подію відправки даних на сервер відображено у вигляді зручної невеликої плашки в нижній частині екрану. Також, для зручності додавання даних використано діалогові вікна, як це показано на Рисунку 3.2.

Завдяки використанню діалогових вікон, тестові користувачі могли швидко і без зайвих проблем відправити дані про те, які саме послуги вони замовляли. Також, є можливість вказати ціну за послугу, а обидва значення передаються до сервісу з аналітикою. Таким чином, користувачі активно використовували застосунок для збору даних про дослідження, а дані, надіслані до сервісу, були коректно оброблені та занесені до аналітики.

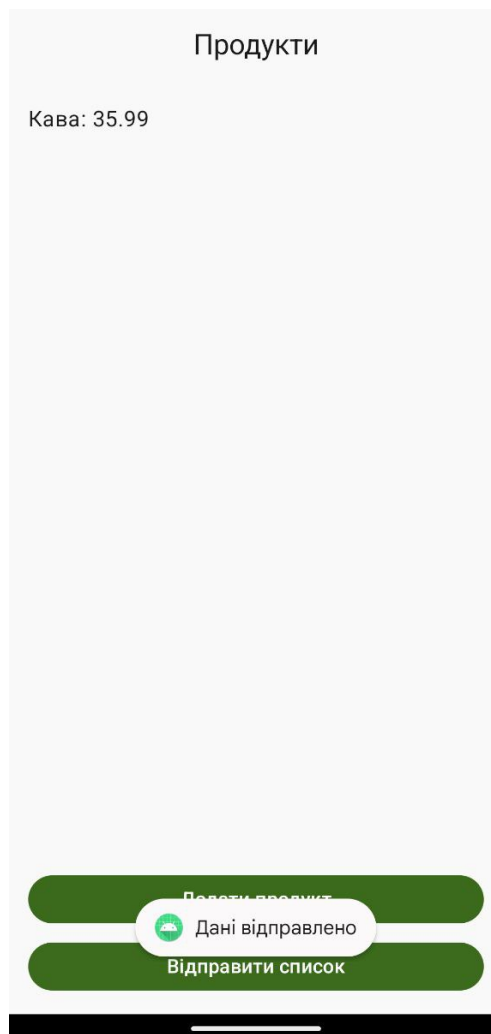


Рисунок 3.1 – Скріншот застосунку із результатом передачі даних до аналітики

Також варто зазначити, що деякі метрики аналітика збирає автоматично. Так, кількість увімкнень застосунку немає потреби передавати вручну, адже це робиться ще на етапі використання бібліотеки. Також, бібліотеку підключено у безпечному режимі, завдяки чому користувачі можуть бути впевнені, що їх дані передаються у вигляді захищених пакетів і не можуть бути перехоплені, наприклад, атакою Man in the Middle (перехоплення пакетів між клієнтом та сервером). Для розшифровки даних використовуються ключі в сервісі Firebase.

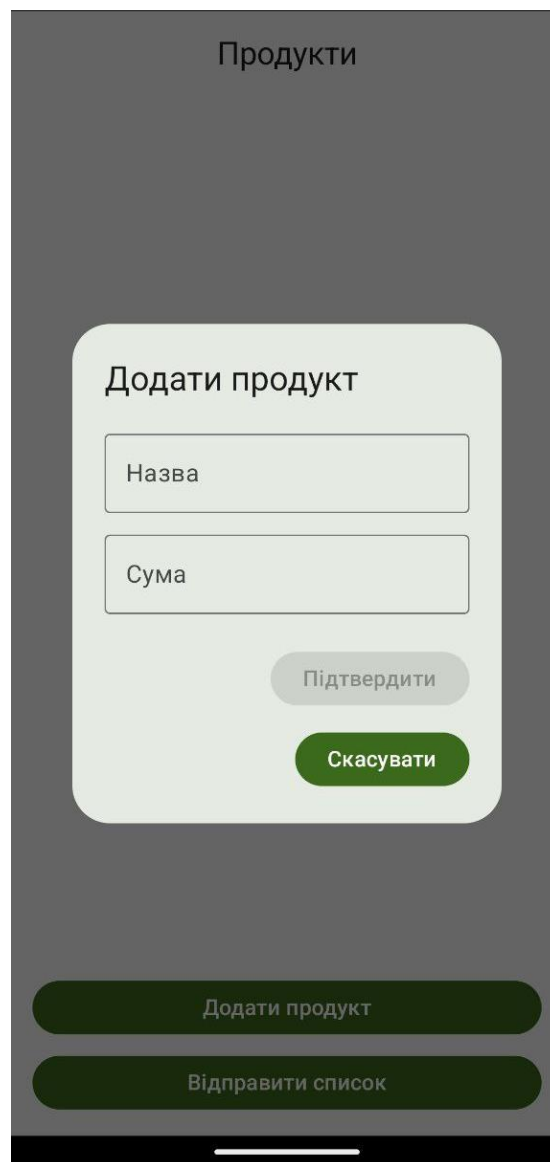


Рисунок 3.2 – Скріншот діалогового вікна для введення даних

Отже, багатомодульна архітектура та виділення аналітики в окремий модуль забезпечують зручність, гнучкість та надійність розробки застосунку, що є особливо важливим для подальшої його підтримки й масштабування.

3.4. Отримання даних із сервісу аналітики.

Деякі дані про застосунок у Firebase збираються автоматично. Це є його перевагою. Також, однією з ключових переваг сервісу Firebase є можливість збору аналітики в реальному часі. Ця функція дозволяє стежити за активністю користувачів у застосунку, включаючи перегляди екранів, взаємодії з елементами інтерфейсу, та інші події, одразу після їх виконання (див. рис. 3.3).

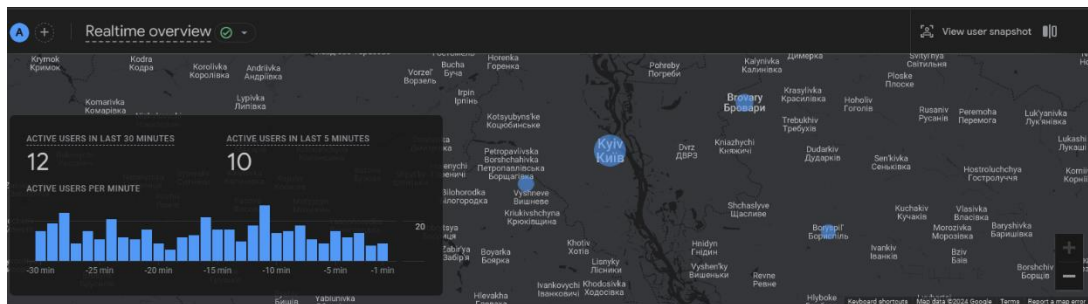


Рисунок 3.3 – Зображення інтерфейсу аналітики в реальному часі

Як можна помітити з зображення, аналітика в реальному часі дозволяє відображати не тільки події із застосунку, а ще й переглядати місце, із якого ця подія була викликана. Всі аналітичні дані захищені сервісом Firebase, тому при розробці не потрібно думати про самостійний захист даних, що відправляються у сервіс.

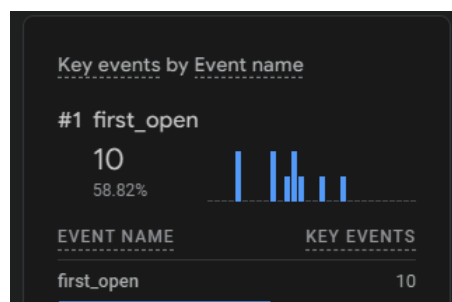


Рисунок 3.4 – Зображення інтерфейсу подій в реальному часі

Також, аналітика в реальному часі показує, які саме події були найбільш популярними за останні пів години, що дозволяє зрозуміти, які функції в застосунку є більш популярними (див. рис. 3.4). На зображенні помітно, що першою за популярністю є подія «first_open». Вона вказує на кількість перших запусків застосунку, причому враховуючи саме перший запуск після встановлення на пристрій. Аналіз подій та активності користувачів у реальному часі сприяє поліпшенню користувацького досвіду та ефективності мобільного рішення для готельно-ресторанного бізнесу.

Однією з ключових функцій Firebase Analytics є можливість експорту даних для подальшої обробки. Завдяки інтеграції з BigQuery (аналог SQL запитів для систем Google), сервіс Firebase дозволяє експортувати зібрані аналітичні дані у форматі CSV [22]. Ця функція відкриває можливості для аналізу даних за допомогою спеціалізованих інструментів, наприклад, нейромережових технологій (див. рис. 3.5).

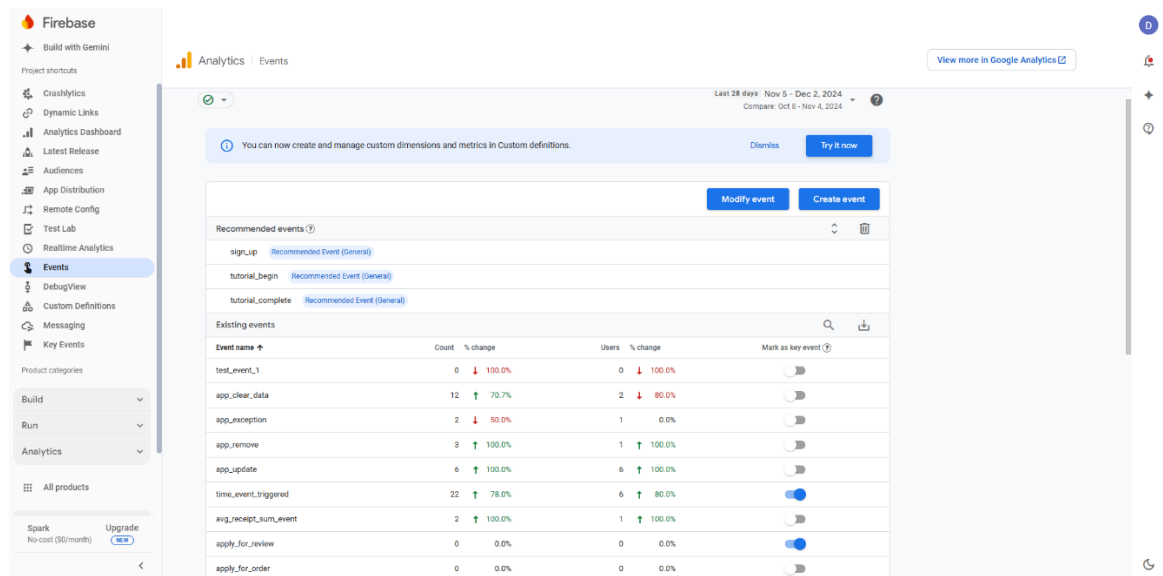


Рисунок 3.5 – Зображення інтерфейсу збору даних про події

На зображенні показано інтерфейс вкладки з подіями із сервісу збору аналітики Firebase. Саме в такому табличному вигляді найбільш зрозуміло, які події є ключовими в застосунку. Тумблер перемикавання помічає подію як

«ключову», щоб інші розробники не вносили зміни в неї. Також, відмічені таким тумблером події легше знайти за пошуком по всьому сервісу. В такому ж табличному вигляді значенні експортуються і у файл csv, який можна в подальшому використати для роботи із нейромережою.

Для експорту даних використовується SQL запит із адаптацією для BigQuery, інтегрований до сервісу [23]. Сам код запиту виглядає таким чином:

```
SELECT
  user_id,
  COUNT(event_name) AS app_open_count, -- (X1)
  AVG(CAST(event_params.value.string_value AS FLOAT64)) AS
avg_transaction_value, -- (X2)
  AVG(CAST(user_properties.rating.value.string_value AS
FLOAT64)) AS avg_user_rating, -- (X3)
  CASE
    WHEN MAX(event_date) < DATE_SUB(CURRENT_DATE(), INTERVAL
30 DAY) THEN 1
    ELSE 0
  END AS crisis_factor, -- (X4)
  AVG(CAST(custom_dimensions.enterprise_readiness.value AS
FLOAT64)) AS enterprise_readiness -- (X5)
FROM
  `project_id.dataset_id.analytics_table`
WHERE
  event_name IN ('first_open', 'transaction',
'rating_submission')
GROUP BY
  user_id;
```

Отримані дані експортуються в CSV-файл для подальшого використання у моделі нейронної мережі, що була розроблена раніше. Завдяки цьому можна ефективно прогнозувати економічну вигоду від впровадження мобільного застосунку для кожного користувача та підприємства.

3.5. Створення моделі нейронної мережі.

Для навчання нейронної мережі використовуються дані, отримані із сервісу Firebase Analytics у форматі CSV. Ключовими характеристиками, які беруться із таблиці, є:

- X1, кількість входів у застосунок;
- X2, середній чек;
- X3, середній рівень задоволеності;

- X4, кризовий фактор;
- X5, міра готовності підприємства до впровадження мобільних рішень.

Сама нейронна мережа складається із чотирьох шарів, включно із вихідним:

- Перший шар, 128 нейронів з функцією активації ReLU;
- Другий шар, 64 нейрони для зменшення розмірності;
- Третій шар, 32 нейрони для подальшого зменшення розмірності;
- Вихідний шар – один нейрон із лінійною функцією активації для прогнозування прибутку.

Також, до нейронів додано Dropout. Ця функція використовується для уникнення перенавчання моделі. Лінійна функція активації прогнозування прибутку була обрана через те, що поставлена ціль є задачею регресійного аналізу. Основний код алгоритму нейронної мережі виглядає таким чином:

```

Y = data['P']
X = data[['X1', 'X2', 'X3', 'X4', 'X5']]

X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(
    X, Y, test_size=0.2, random_state=42)

scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)

model = Sequential()
model.add(Dense(128, input_dim=5, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(64, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(32, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='linear'))

model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error',
metrics=['mae'])

early_stopping = EarlyStopping(monitor='val_loss',
patience=10, restore_best_weights=True)

history = model.fit(
    X_train_scaled, Y_train,
    epochs=200,

```

```

        batch_size=16,
        validation_data=(X_test_scaled, Y_test),
        callbacks=[early_stopping],
        verbose=1
    )

```

```
loss, mae = model.evaluate(X_test_scaled, Y_test)
```

Далі була проведена робота із написання коду для навчання моделі. Як видно із наведеного коду, алгоритм оптимізації було обрано Adam. Його особливість в тому, що він працює достатньо швидко, добре масштабується і якісно може впоратись із шумом. Це допоможе при масштабуванні проєкту, якщо доведеться вносити додаткові змінні до нейромережі або при збільшенні кількості даних у таблиці. Також, у код інтегровано раннє припинення навчання, адже воно дозволяє завершити навчання, як тільки модель перестає покращуватись на валідаційних даних. Завершальна частина реалізації моделі нейромережі – це виведення результатів на екран у вигляді зручних для розуміння графіків. Форматування результатів виконується за допомогою такого коду (на прикладі побудови гістограм):

```

fig, axes = plt.subplots(3, 2, figsize=(12, 10))

axes[0, 0].hist(weights[0], bins=20, color='blue',
alpha=0.7)
axes[0, 0].set_title('Розподіл ваг для X1')

axes[0, 1].hist(weights[1], bins=20, color='orange',
alpha=0.7)
axes[0, 1].set_title('Розподіл ваг для X2')

axes[1, 0].hist(weights[2], bins=20, color='green',
alpha=0.7)
axes[1, 0].set_title('Розподіл ваг для X3')

axes[1, 1].hist(weights[3], bins=20, color='red', alpha=0.7)
axes[1, 1].set_title('Розподіл ваг для X4')

axes[2, 0].hist(weights[4], bins=20, color='purple',
alpha=0.7)
axes[2, 0].set_title('Розподіл ваг для X5')

```

Отже, використовуючи мову програмування Python було створено повний код моделі для навчання нейронної мережі. Також, результати роботи

коду виведено у зручний спосіб на екран у вигляді графіків та значень функцій, завдяки чому полегшується сприйняття для подальшого аналізу результатів.

3.6. Дослідження отриманих даних із навченої моделі нейронної мережі.

Отримані із моделі результати у вигляді тексту та графіків свідчать про те, що модель була навчена та працює правильно. Середнє зміщення дорівнює 0.5540164709091187. Це свідчить про те, що модель добре налаштована, а її прогнози не будуть схильні до випадкових коливань через неідеальні дані в таблиці [24]. Реальний прибуток у таблиці із даними визначався з допомогою математичних моделей, а також після емпіричного визначення вагів факторів. Результати складаються із суми найбільш важливих критеріїв та є результатом моделювання реальної системи підприємства готельно-ресторанної сфери (див. рис. 3.6).

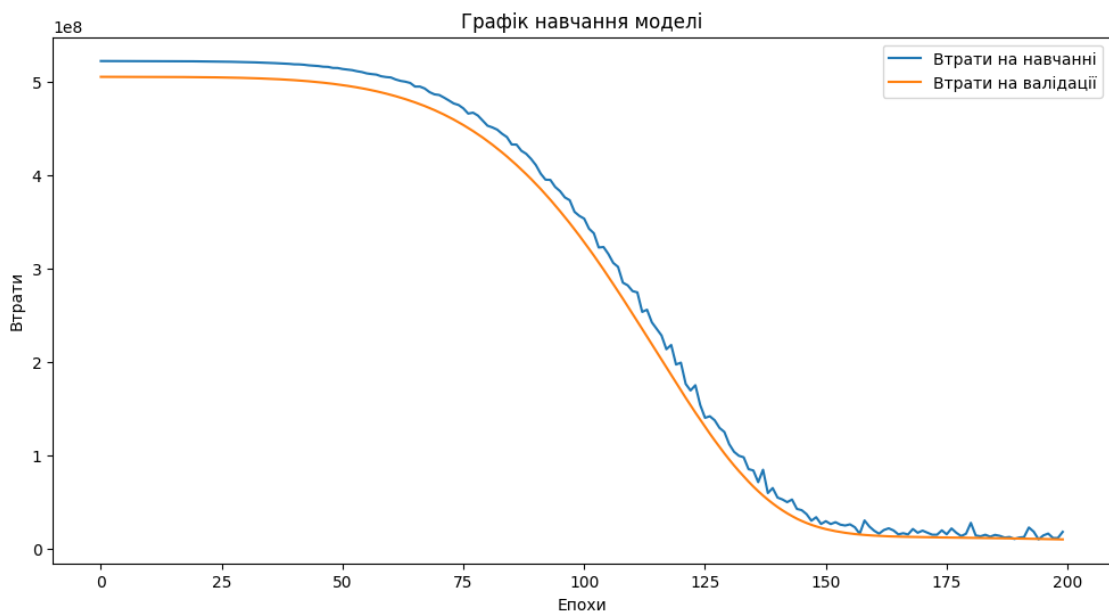


Рисунок 3.6 – Графік навчання моделі передбачення прибутку

На даному графіку добре помітно те, як зі збільшенням епох модель стабільно знижує втрати як на навчання, так і на валідації. Згідно графіку,

модель є успішно навченою і не має ознак перенавчення. Далі, показано графік кореляції прогнозованого прибутку і реального на Рисунку 3.7.

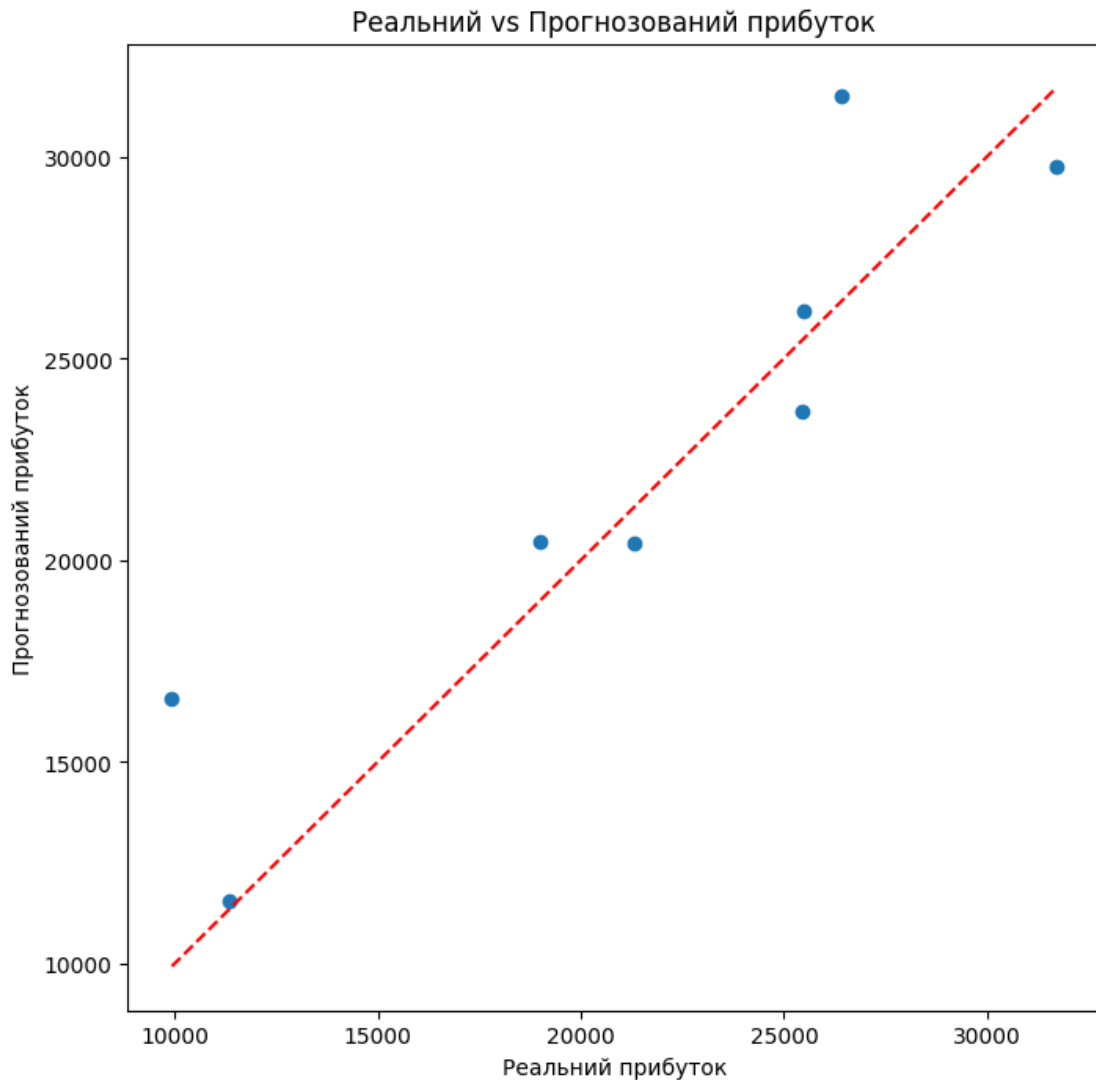


Рисунок 3.7 – Графік кореляції прогнозованого прибутку і реального на тестових даних

На графіку реального прибутку відносно прогнозованого прибутку видно високу кореляцію між реальними значеннями прибутку та прогнозами моделі, що підтверджує її точність. Червона пунктирна лінія означає передбачення моделі, яке проходить між всіма точками прибутку. Дану модель можна використовувати для визначення кореляцій між факторами, що вплинули на цей прибуток [25]. Далі, важливим етапом стало створення графіку середньої ваги критичних факторів (див. рис. 3.8).

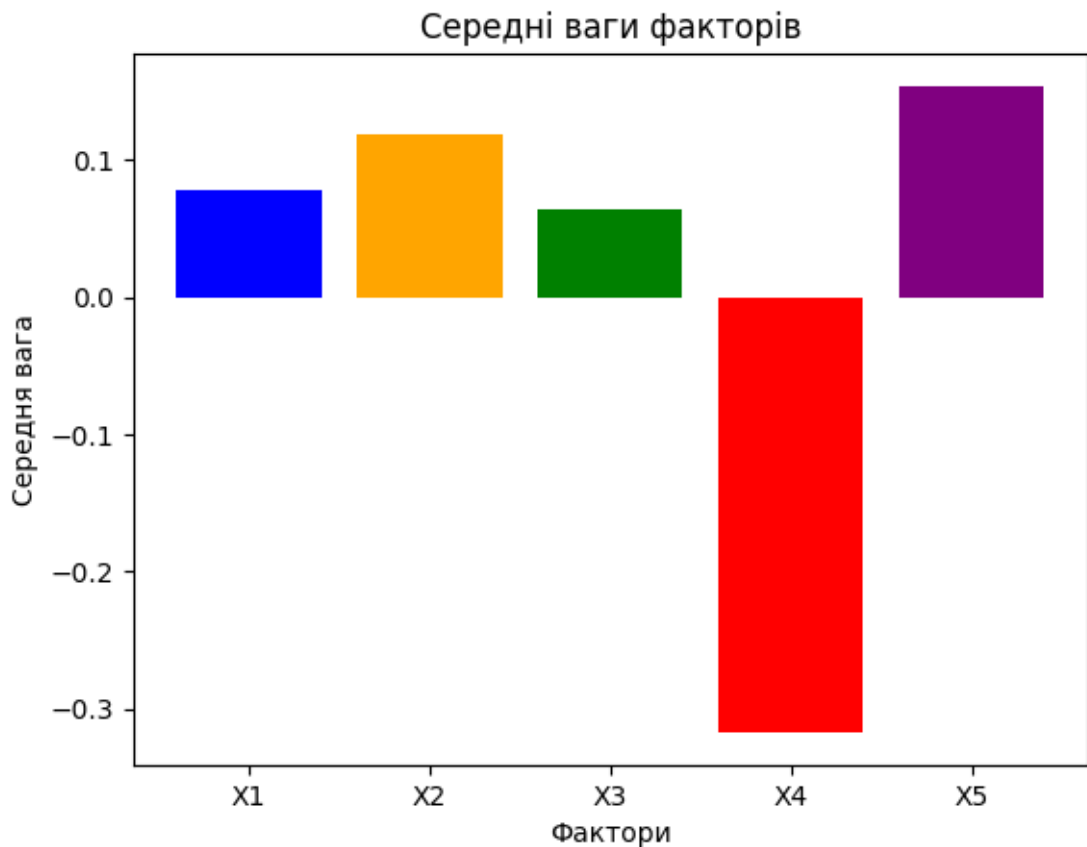


Рисунок 3.8 – Графік середньої ваги усіх факторів

На даному графіку зображено середні ваги усіх факторів, які було обрано як основні, що впливають на прибуток. Фактор X1 – це середня кількість разів використання застосунку, яка переважно позитивно впливає на потенціальний прибуток. Також, позитивно впливає фактор X2 (середня ціна чеку, чим вища – тим більший прибуток), X3 (середній рівень задоволеності) та X5 (готовність бізнесу до впровадження мобільних технологій).

Червоний фактор X4 (фактор кризових ситуацій) впливає вкрай негативно на потенціальний прибуток, зміщуючи його у від’ємну сторону. Таким чином зрозуміло, що фактор кризової ситуації підприємство повинно пом’якшувати усіма силами, щоб він не так радикально впливав на результуюче число.

Останнім етапом графічної обробки даних нейронної мережі є створення графіків розподілу ваг для критичних факторів (див. рис. 3.9). Завдяки цьому стає більш наглядно, яким саме чином кожен фактор впливав на результат.

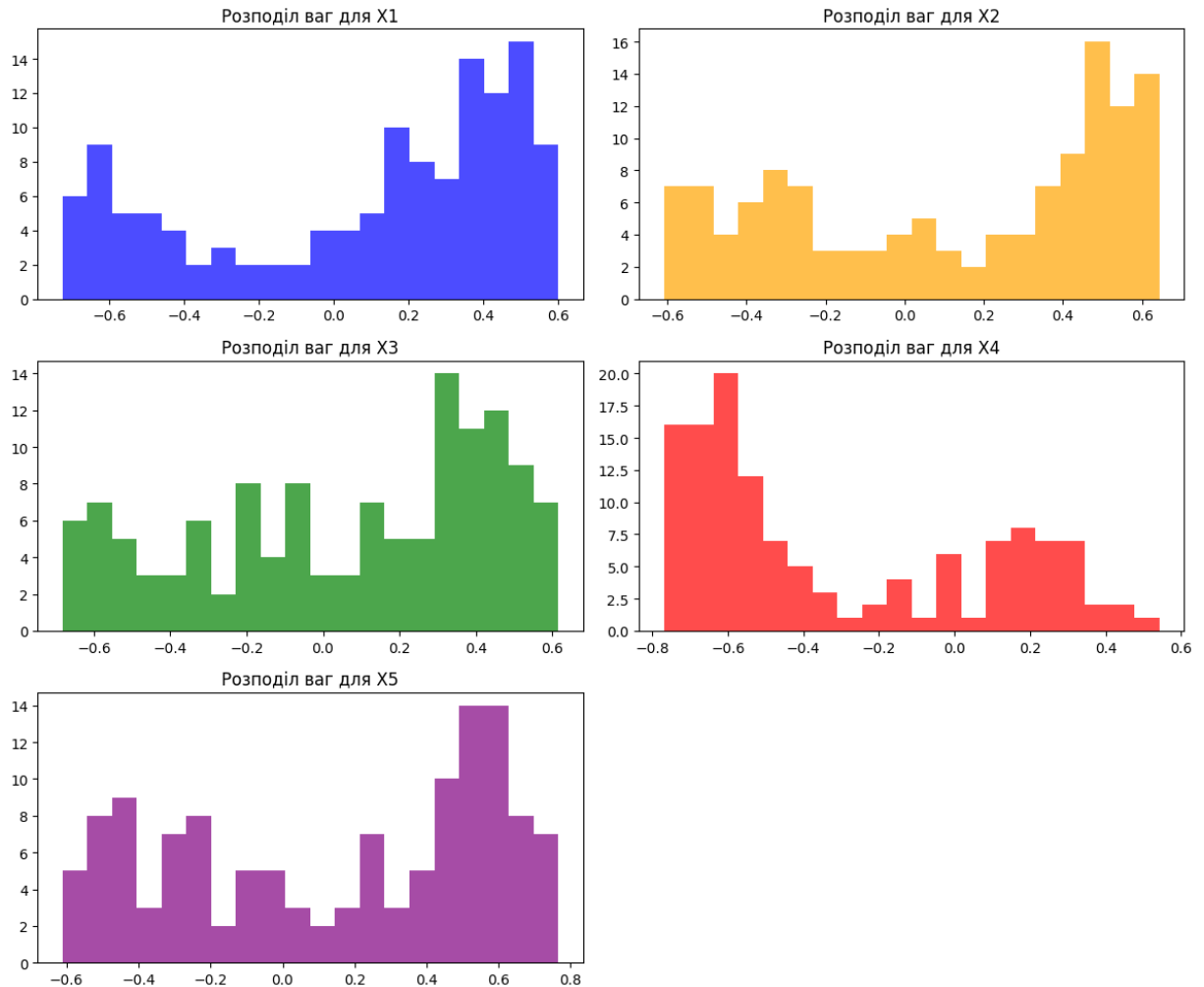


Рисунок 3.9 – Графіки розподілу ваг для усіх факторів

На даному зображенні показано 5 графіків із розподілом ваг для певних сум. Розподіл – це те, наскільки варіативними є ваги навченої моделі, тобто те, як нейронна мережа розуміє вклад у кінцевий результат кожного із ключевих факторів [26]. Проаналізуємо усі графіки:

- X1 (кількість входів у застосунок) – більшість ваг позитивні, але є й іноді негативний вплив на виручку. Загалом, збільшення кількості відвідувачів приносить більше прибутку, проте негативні значення можуть бути обумовленими ситуаціями, коли велика кількість людей створює зайве навантаження на підприємство і, як результат, знижує якість послуг;

- X2 (середній чек) – більшість ваг знаходиться у позитивному діапазоні. Вищий середній чек зазвичай означає більший прибуток, тому більшість ваг позитивні. Проте є декілька негативних ваг, що можуть пояснюватися відлякуванням клієнтів через занадто високі ціни, що зменшує загальну кількість продажів.
- X3 (рівень задоволеності) – більш високий рівень задоволеності клієнтів зазвичай веде до збільшення повторних покупок і позитивних рекомендацій, що підвищує прибуток. Однак, у деяких випадках навіть високий рівень задоволеності не гарантує прибутковості, наприклад, якщо клієнти не повертаються через високі ціни або інші зовнішні фактори.
- X4 (кризовий фактор) – значна частина ваг є негативною. Кризові фактори, такі як економічні труднощі, зазвичай різко знижують прибуток, що пояснює негативний вплив. Невелика кількість позитивних ваг може бути пов'язана з адаптацією бізнесу до кризи або ситуаціями, коли криза стимулює попит на певні види послуг.
- X5 (готовність бізнесу до інтеграції мобільних застосунків) – помітно високу концентрацію у верхньому діапазоні. Вища готовність до змін (наприклад, впровадження нових технологій) сприяє підвищенню прибутку, оскільки бізнес краще адаптується до потреб клієнтів і зовнішніх змін. Негативні ваги можуть пояснюватися ситуаціями, коли надмірна інвестиція у зміни не приносить очікуваного ефекту.

Отже, з аналізу графіків можна зробити висновок, що фактори X1, X2 та X5 – це фактори з домінантним позитивним впливом, оскільки вони сприяють розвитку бізнесу. X4 – це найбільш сильний негативний фактор, що підтверджує тезу про те, що кризові ситуації майже завжди знижують дохід.

X3 – має позитивний вплив, але згідно графіку можна зробити висновок, що рівень задоволеності не завжди корелює із прибутком підприємства.

3.7. Нормалізація значень ваги коефіцієнтів.

За результатами роботи нейронної мережі було отримано такі значення ваги коефіцієнтів:

- $X_1 = 0.077427439391613$;
- $X_2 = 0.11865070462226868$;
- $X_3 = 0.06409905105829239$;
- $X_4 = -0.31740158796310425$;
- $X_5 = 0.15382570028305054$.

Ваги, отримані від моделі, відображають відносну важливість кожної вхідної функції у прогнозуванні прибутку. Для того, щоб розуміння нейронною мережею важливості факторів було краще відображено, необхідно до наявних, емпірично визначених вагів, використати нормалізацію, тобто зробити масштабування коефіцієнтів. Виконується воно за формулою:

$$W_{normalized} = \frac{W_i}{\sum |W_i|}, \quad (3.1)$$

де W_i – значення вагів позиції i ;

Проведемо обчислення середнього значення вагів: $S = |0.0774| + |0.1187| + |0.0641| + |-0.3174| + |0.1538| = 0.7311$. Далі, вираховуємо нормалізовані значення вагів:

- $W_1 = 0.1059$;
- $W_2 = 0.1624$;
- $W_3 = 0.0877$;
- $W_4 = -0.4343$;
- $W_5 = 0.2102$.

Нормалізоване значення коефіцієнту – це результат множення оригінального його значення на нормалізовані значення вагів, відповідних йому. Тому можна скласти відповідну таблицю:

Таблиця 3.1 – нормалізовані значення коефіцієнтів

Коефіцієнт	Оригінальне значення	Нормалізоване значення ваг	Нормалізоване значення коефіцієнту
X1	5	0.1059	0.53
X2	250	0.1624	40.6
X3	400	0.0877	35.1
X4	-5000	-0.4343	-2171.5
X5	1500	0.2102	315.3

Таким чином, маємо більш збалансовані значення біля коефіцієнтів, обчислені за допомогою нейронної мережі. Вони найбільш точно пояснюють всі закономірності, що були знайдені навченою моделлю, а також згладжують експериментальність початкових даних в дослідженні, надаючи їм повної обґрунтованості. Ці значення можна використовувати при подальших обчисленнях вигоди від впровадження мобільного застосунку.

4. ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ

4.1. Особливості впровадження застосунків в умовах кризи.

В умовах економічної кризи готельно-ресторанний бізнес стикається з серйозними викликами, такими як зниження попиту, нестабільність витрат та змінні очікування клієнтів. У таких умовах впровадження мобільних застосунків стає як інструментом адаптації до нових умов, так і засобом для збереження конкурентоспроможності. Проте процес інтеграції мобільних технологій в кризових умовах має низку особливостей.

Найбільш критичними проблемами є:

- обмежені фінансові ресурси – кризові умови супроводжуються скороченням бюджету, що може ускладнити інвестиції у розробку або інтеграцію мобільних рішень. Зменшення доходів змушує бізнес шукати дешевші альтернативи чи готові рішення замість розробки індивідуальних застосунків;
- нестабільність клієнтських уподобань – у кризовий час клієнти більш чутливі до ціни та віддають перевагу послугам, які забезпечують швидкість, зручність та економію. Мобільний застосунок повинен відповідати цим очікуванням, наприклад, забезпечувати простий інтерфейс для швидкого замовлення або використання знижок;
- складність інтеграції з існуючими процесами – впровадження застосунків часто вимагає адаптації операційної моделі бізнесу, яка може бути складною в умовах кризи через обмеження ресурсів чи персоналу;
- ризики низької прийнятності серед користувачів – у кризовий час клієнти можуть бути менш схильними освоювати нові

інструменти чи технології, особливо якщо вони здаються надто складними.

4.2. Огляд та аналіз вартості розробки та впровадження мобільного застосунку.

Розробка мобільного застосунку може бути реалізована через 3 основні моделі:

- найм працівників та відкриття власного ІТ-відділу;
- аутсорсинг розробки застосунку;
- використання готових рішень за підпискою (як, наприклад, сервіс Expienza).

Також, для більшого розуміння моделей, було створено таблиці із розрахунками вартостей впровадження.

4.2.1. Аналіз вартості розробки працівниками власного відділу.

Даний підхід вимагає найбільше ресурсів, адже потребує не тільки відкриття власного відділу, а й повноцінний найм співробітників. Розглянемо спершу створення власної команди. Усі витрати в таблицях вказані у вигляді діапазонів із мінімальними та максимальними сумами на місяць.

Таблиця 4.1 – витрати на працівників

Посада	Кількість осіб	Зарплата, грн	Обладнання, грн	Загальні витрати, грн	Разові витрати, грн
Android-розробник	1	74000-111000	55500-92500	74000-111000	55500-92500
iOS розробник	1	92500-148000	74000-129500	92500-148000	74000-129500

Посада	Кількість осіб	Зарплата, грн	Обладнання, грн	Загальні витрати, грн	Разові витрати, грн
Backend розробник	2	74000-111000	55500-92500	148000-222000	111000-185000
UI/UX дизайнер	1	55000-74000	55500-74000	55500-74000	55500-74000
QA-інженер	2	55000-74000	55500-74000	111000-148000	111000-148000
Проектний мереджер	1	111000-148000	55500-74000	111000-148000	55500-74000
Загалом	8			592500-851000	462500-703000

Як помітно з таблиці, для розробки мобільного застосунку потрібна команда як мінімум із восьми людей. iOS розробник ще вимагає додаткових витрат на обладнання, адже пристрої Apple в середньому коштують дорожче інших аналогів. Також, було створено таблицю, що позначає додаткові витрати на створення відділу.

Таблиця 4.2 – додаткові витрати

Категорія витрат	Разові витрати, грн	Щомісячні витрати, грн
Ліцензії на програми	111000-185000	5550-7400
Хостинг та сервери	0	14800-18500
Додаткові витрати	55000-74000	7400-11100
Загалом	166500-259000	27750-37000

У висновку маємо такі суми загальних витрат:

- мінімальні – 629000 грн разових витрат та 620250 грн/міс;
- максимальні – 962000 грн разових витрат та 885000 грн/міс.

Мінімальна вартість формується у випадках, коли бізнес залучає менш досвідчених спеціалістів з нижчим рівнем зарплат, а також обирає базове обладнання (наприклад, стандартні ноутбуки замість MacBook для iOS-розробників). Використовуються безкоштовні або дешеві ліцензії на програмне забезпечення, а сервери орендуються у бюджетних провайдерів. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити початкові та щомісячні витрати, але може призвести до повільнішого розроблення або нижчої якості кінцевого продукту.

Максимальна вартість передбачає найм більш досвідчених фахівців із високими зарплатами, а також придбання преміального обладнання (наприклад, MacBook Pro для iOS-розробників). Використовуються платні ліцензії для професійних інструментів розробки (наприклад, Adobe XD, JetBrains IDE), а сервери орендуються у провайдерів із високою швидкістю та надійністю. Цей підхід забезпечує високу швидкість і якість розробки, але є значно дорожчим.

Серед переваг такого підходу – повний контроль над розробкою, можливість впровадження змін у будь-який момент та висока гнучкість. Головним же недоліком є вкрай високі щомісячні витрати на зарплати та підтримку проєкту в цілому.

4.2.2. Аналіз вартості розробки із допомогою аутсорсингу.

Аутсорсинг – це передача повного циклу розробки сторонній компанії. Таким чином, підприємству необхідно буде лише ставити задачі іншій команді, а також оплачувати виключно технічні потреби, такі як хостинг або інтеграція сервісів аналітики. Під час дослідження було створено таблицю з орієнтовними витратами на аутсорсинг мобільного застосунку.

Таблиця 4.3 – вартість аутсорс рішення

Категорія	Опис	Витрати, грн
Дизайн	Розробка UI./UX дизайну	74000-185000
Розробка	Застосунки + серверна частина	555000-925000
Тестування	QA	37000-111000
Хостинг	Оплата серверів (1 рік)	80000-222000
Інтеграція аналітики	Підписка на Firebase	18500-37000
Загальні витрати		765500-1480000

В даному випадку, мінімальна вартість виникає у випадках, коли бізнес обирає компанії чи фрілансерів із нижчим рівнем цін (наприклад, локальні аутсорсингові компанії замість міжнародних), а також обмежується базовими функціями застосунку. Використовується мінімум персональних змін під підприємство, стандартний дизайн, і застосунок не включає інтеграцію складних аналітичних чи внутрішніх систем.

Максимальна ж вартість формується при залученні висококваліфікованих компаній із високими ставками. Застосунок включає індивідуальний дизайн, розширені функції, інтеграцію з внутрішніми системами бізнесу, а також складну аналітику. У такому випадку кінцевий продукт є максимально персоналізованим і технологічно досконалим.

У даного типу розробки є багато переваг, таких як:

- відсутність потреби у створенні цілого ІТ-відділу;
- професіоналізм сторонніх розробників;
- фіксовані терміни виконання (за контрактом).

Але недоліки також є суттєвими, адже вони можуть несподівано збільшити витрати на розробку. Так, недоліками є:

- відсутність повного контролю за процесом розробки, адже інша команда не надає всю повну інформацію про хід своєї роботи і можливість керувати ним;
- можливі додаткові витрати на підтримку;
- залежність від зовнішнього постачальника;
- потреба завжди створювати новий запит для іншої команди щоб ввести новий функціонал.

4.2.3. Аналіз вартості розробки при використанні готових рішень.

Готові рішення передбачають собою низку можливостей для впровадження. Так, наприклад, існують шаблони застосунків, які можна набагато легше інтегрувати до себе, не починаючи розробку з нуля. Також, хорошою практикою є використання вже готових застосунків і підключення до їх сервісів. Таким чином суттєво зменшуються витрати на розробку. Під час дослідження було складено таблицю витрат на використання готових рішень.

Таблиця 4.4 – вартість стороннього рішення

Категорія	Опис	Витрати, грн
Стартова інтеграція	Перше налаштування	37000
Щомісячна ставка	Ліцензія (включно з підтримкою)	18500
Додаткові функції	Різний преміум функціонал, як персоналізація, доступ до розширених баз даних	74000
Загальні витрати		129500

Згідно таблиці, разові витрати становлять 129500 грн. Це вартість першої інтеграції застосунку із підприємством. За рік на роботу із застосунком

буде витрачено 259000 грн, а за 3 роки – 703000 грн. Таким чином, підписка є найдешевшим варіантом у короткостроковій перспективі та залишається вигідною у довгостроковій лише якщо не потрібна значна кастомізація функціоналу.

У даного підходу теж є як недоліки, так і переваги. Так, серед переваг:

- низькі початкові витрати;
- швидке впровадження без залучення власних ресурсів;
- постійна підтримка та оновлення від постачальника.

До недоліків же можна віднести такі проблеми, як:

- обмежена гнучкість у персональних змінах дизайну;
- довгострокові витрати на підписку можуть навіть перевищувати аутсорсинг;
- залежність від постачальника послуг.

Якщо проблеми виникнуть у постачальника – компанії не зможуть цього хоч якось контролювати або запобігти такому. Мінімальна вартість кожної моделі дозволяє бізнесу зекономити, але часто призводить до обмежень у функціоналі чи якості продукту. Максимальна вартість, навпаки, забезпечує найвищу якість і унікальність, але може бути надмірною для невеликих підприємств, таких як невеликі кафе. Вибір залежить від розміру бізнесу, бюджету та його стратегічних цілей.

4.3. Розрахунок ефективності прибутку з урахуванням витрат на розробку та обслуговування.

Розглянемо приклад застосування формули розрахунку на тестових даних, що симулюють реальний бізнес. Для прикладу візьмемо дані двох підприємств – із хорошими даними факторів та поганими.

Отже, значення для підприємства з гіпотетично хорошим прогнозом виручки від інвестицій у мобільний застосунок:

- Базова виручка: 800;

- Кількість входів у додаток користувача за тиждень: 15;
- Середній чек користувача: 300 грн;
- Оцінка сервісу: 5;
- Кризовий фактор: 0;
- Готовність бізнесу: 1.0 (дуже висока готовність);
- Витрати на інтеграцію за підпискою: 259000 грн.

Згідно формули, маємо такі результати з використанням нормалізованих вагів коефіцієнтів: $P = 800 + (0.53 * 15) + (40.6 * 300) + (35.1 * 5) + (-2171.5 * 0) + (315.3 * 1.0) = 13478.8$ (грн/тиждень).

За 52 тижні (приблизно рік) маємо 700895 грн. Підставимо даний результат у формулу розрахунку ефективності інвестицій: $ROI = \frac{700895 - 259000}{259000} * 100\% = 170\%$.

Отже, підприємство із такими аналітичними даними, використавши розробку шляхом інтеграції сервісу-застосунку на підприємстві, отримає річну вигоду в 170% на користувача, що є вкрай високим показником окупності застосунку на рік.

Тепер підберемо числа із негативним сценарієм:

- Базова виручка: 800;
- Кількість входів у додаток користувача за тиждень: 2;
- Середній чек користувача: 80 грн;
- Оцінка сервісу: 3;
- Кризовий фактор: 1;
- Готовність бізнесу: 0.3;
- Витрати на розробку з аутсорсингом: 1000000 грн.

Згідно формули, маємо такі результати з використанням нормалізованих вагів коефіцієнтів: $P = 800 + (0.53 * 2) + (40.6 * 80) + (35.1 * 3) + (-2171.5 * 1) + (315.3 * 0.3) = 2077.45 * 52 = 108027.4$ (грн/рік).

Використовуючи результат дохідності, отримаємо: $ROI = \frac{108027.4 - 1480000}{1480000} * 100\% = -92.7\%$. З даного результату можна зробити висновок, що підприємство із такими показниками на користувача і витратами на аутсорсинг буде мати колосальні збитки, що взагалі майже не покривають витрати на розробку.

Отже, згідно обчислень, вдалось успішно застосувати формулу дохідності інвестицій із передбаченими нейронною мережею коефіцієнтами, а також використовуючи дані, котрі підприємство може отримати із сервісу аналітики. Таким чином, навіть якщо початково інтеграція застосунку буде успішною, але в підприємства катастрофічно впадуть показники критичних факторів, згідно даної формули можна визначити, який відсоток збитків буде і які саме дії необхідно зробити, щоб підняти значення того чи іншого фактору. Дані обчислення підтвердили, що формула є дієздатною навіть у довгострокових обчисленнях і легко пристосовується до будь-яких коливань на ринку.

4.4. Аналіз стратегій мінімізації витрат на впровадження.

Різні моделі впровадження мобільних застосунків мають свої переваги та недоліки, що впливають на вибір стратегії залежно від цілей, розміру бізнесу та фінансових можливостей. У цьому розділі аналізується, який тип впровадження є вигіднішим у короткостроковій та довгостроковій перспективах, а також визначається, які моделі підходять для різних типів бізнесу.

Розглянемо спершу короткострокову перспективу (< 3 років). Для бізнесів, які прагнуть мінімізувати початкові витрати та швидко впровадити мобільний застосунок, оптимальним вибором є підписка на готові рішення. Такий підхід передбачає невеликі разові витрати на інтеграцію та помірну щомісячну плату. Наприклад, у разі використання сервісів на зразок Expienza бізнес може отримати функціональний мобільний застосунок без значних

інвестицій у розробку чи обладнання. Це особливо вигідно для невеликих кафе та ресторанів, які не мають значного бюджету, але прагнуть покращити взаємодію з клієнтами.

Аутсорсинг також може бути вигідним у короткостроковій перспективі для середніх підприємств, які мають більший бюджет, але хочуть уникнути складнощів із створенням власного ІТ-відділу. Ця модель дозволяє отримати кастомізоване рішення з фіксованими витратами без потреби у тривалих інвестиціях.

Далі, довгострокова перспектива (> 3 років). У довгостроковій перспективі вибір залежить від масштабу бізнесу та його амбіцій. Для великих готелів чи мереж ресторанів найкращим вибором буде створення власного ІТ-відділу. Хоча цей варіант потребує значних початкових витрат, він забезпечує повний контроль над розробкою, дозволяє впроваджувати унікальні функції та оптимізувати підтримку застосунку. Власний ІТ-відділ також підходить для бізнесів, які планують постійно вдосконалювати застосунок та розширювати його функціонал, оскільки утримання команди в довгостроковій перспективі є вигіднішим за регулярну оплату послуг аутсорсингу чи підписки.

Середні бізнеси, такі як мережі кафе або ресторанів, у довгостроковій перспективі можуть скористатися аутсорсингом. Хоча витрати на початкову розробку є вищими за підписку, відсутність постійних витрат на утримання команди робить цей варіант вигідним для підприємств із помірними амбіціями та стабільним, але обмеженим бюджетом.

Невеликі кафе та ресторани найчастіше стикаються з обмеженнями бюджету, тому для них ідеальним рішенням є підписка на готовий сервіс. Це дозволяє отримати базовий функціонал, такий як онлайн-замовлення чи програма лояльності, без значних інвестицій. Для них критично важливими є простота та швидкість впровадження, а також низькі витрати на підтримку.

Середні ресторани та мережі кафе можуть скористатися аутсорсингом, оскільки це дозволяє розробити застосунок із врахуванням особливостей бізнесу. Наприклад, можна реалізувати інтеграцію з існуючими CRM-

системами чи створити унікальний дизайн, який відображає ідентичність бренду. Аутсорсинг забезпечує високу якість і стабільність розробки, що є важливим для утримання клієнтів.

Для великих готелів і мереж ресторанів, які прагнуть максимальної унікальності та автономності, оптимальним вибором є власний ІТ-відділ. Це дозволяє створювати застосунки, які повністю відповідають потребам бізнесу, включаючи такі функції, як інтеграція з внутрішніми системами бронювання чи персоналізовані пропозиції для клієнтів. Така стратегія підходить для компаній, які готові до серйозних інвестицій і бачать застосунок як ключовий елемент свого бізнесу.

Отже, для короткострокової перспективи найбільш економним варіантом є підписка, що підходить для невеликих кафе та ресторанів. У довгостроковій перспективі вигіднішим є власний ІТ-відділ для великих підприємств, або аутсорсинг для середніх бізнесів. Тому можна сказати, що правильний вибір залежить від масштабу бізнесу, фінансових можливостей та стратегічних цілей, що дозволяє мінімізувати витрати та досягати поставлених результатів.

4.5. Прогнозування майбутніх тенденцій.

Мобільні застосунки, особливо з інтеграцією сучасних технологій, мають значний потенціал для стимулювання економічного зростання в готельно-ресторанній індустрії. Зараз, на фоні постійного технологічного розвитку та адаптації бізнесу до нових умов, саме мобільні додатки відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та оптимізації витрат. Прогнозуючи економічний вплив мобільних застосунків на готельно-ресторанний сектор у найближчі роки, можна виділити кілька важливих тенденцій, що визначатимуть подальший розвиток.

За даними статистики, доходи підприємств, що впроваджують мобільні застосунки, зростають на 10-15% щорічно. Зокрема, бізнеси, що активно використовують інноваційні функції, такі як онлайн-бронювання,

інтерактивні меню та персоналізовані рекомендації, можуть очікувати значне підвищення прибутків завдяки поліпшенню клієнтського досвіду та зниженню витрат на традиційні канали комунікації (як-от телефонні дзвінки чи паперові квитки). Прогнозується, що у 2024 році кількість таких підприємств, які інвестують в мобільні рішення, збільшиться на 20-25%.

Впровадження мобільних додатків дозволяє значно знизити операційні витрати. Наприклад, автоматизація процесу бронювання та обслуговування клієнтів дозволяє зменшити потребу у великій кількості персоналу, а також зменшити витрати на паперові документи. Згідно з оцінками експертів, бізнеси, що впроваджують мобільні рішення для автоматизації обслуговування, зменшують свої витрати на 12-18% упродовж перших двох років після впровадження. Додатково, інтеграція технологій інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту допомагає знизити енергоспоживання на 7-10%, що є важливим фактором для готелів та ресторанів з великими площами.

Персоналізація послуг через мобільні додатки є ключовим фактором, який дозволяє підвищити середній чек. За статистикою, мобільні додатки з персоналізованими рекомендаціями можуть збільшити середній чек клієнта на 10-12%. Власники готелів та ресторанів, які впроваджують рекомендаційні системи на основі даних користувачів, спостерігають значне підвищення лояльності клієнтів. Очікується, що в майбутньому, за рахунок удосконалення алгоритмів персоналізації, бізнеси зможуть збільшити доходи на 15-18% за рахунок збільшення кількості повторних замовлень і збільшення середнього чеку.

Згідно з прогнозами, до 2025 року 65-70% усіх готельних та ресторанних послуг будуть оплачені через мобільні платформи, що забезпечить суттєве зростання мобільних платежів. Використання технологій мобільних гаманців та платіжних систем, таких як Apple Pay, Google Pay, дозволить значно спростити процес розрахунків, підвищивши рівень зручності та безпеки для клієнтів. За оцінками, підприємства, які запровадять такі платіжні технології, зможуть збільшити кількість транзакцій на 8-10% щороку.

Мобільні додатки також значно змінюють маркетингові стратегії. Зібрані через аналітику дані дають змогу точніше націлювати рекламні кампанії та зменшувати витрати на загальні рекламні стратегії. Очікується, що у наступні роки витрати на рекламу через мобільні канали зростатимуть на 10-12% щорічно, але при цьому підприємства будуть мати можливість зменшити загальні витрати на маркетинг завдяки високій ефективності таргетованої реклами.

Враховуючи ці прогнози, можна з упевненістю стверджувати, що мобільні застосунки та інноваційні технології, пов'язані з ними, продовжуватимуть приносити суттєву економічну вигоду для готельно-ресторанного бізнесу в найближчі роки. Інвестиції в ці технології будуть виправданими, особливо на фоні зростаючої конкуренції та змін у поведінці споживачів, що орієнтуються на зручність та персоналізацію своїх послуг.

4.6. Можливі стратегії масштабування застосунків.

Масштабування мобільних застосунків є вкрай важливим, адже саме розростання можливостей та потужностей спонукає до розвитку ефективності підприємства, а також покращенню отримання прибутку від нього. Такі рішення можуть бути як локальними, так і регіональними або навіть міжнародними. Тож, можна виділити такі підходи:

- модульна архітектура. У такій системі кожна функціональність (бронювання номерів, меню, оплата, створення відгуків та аналітика) створюється як окремий модуль, що дозволяє швидко додавати нові функції або адаптувати існуючі під нові потреби. Наприклад, модуль аналітики може бути розширений для збору нових типів даних, не змінюючи основного коду застосунку.
- Географічна експансія. Масштабування через географічне розширення часто передбачає адаптацію застосунку до потреб різних регіонів. Це може включати підтримку кількох мов або

інтеграцію з локальними платіжними. Особливо проблемними можуть бути регіони із локальними системами оплат, альтернативними Google Pay. Наприклад, у країнах, де популярні свої платформи оплат (як-от AliPay чи WeChat у Китаї), варто інтегрувати саме їх.

- Використання хмарних технологій. Це забезпечує стабільну роботу навіть при збільшенні кількості користувачів. Наприклад, сервіси Amazon Web Services (AWS) або Google Cloud Platform дозволяють автоматично збільшувати чи зменшувати обчислювальні ресурси для проведення аналітичних розрахунків залежно від трафіку.
- Додаткові послуги. Сервіси доставки, агрегатори відгуків або платформи для онлайн-турів – усе це дозволяє значно розширити функціональність додатку. Подібне розширення зазвичай підвищує зручність для клієнтів і створює нові джерела доходу.
- Використання штучного інтелекту. Інтеграція подібних технологій для персоналізації послуг та оптимізації процесів може приваблювати користувачів. Наприклад, чат-боти на основі ШІ можуть обробляти запити клієнтів, а рекомендаційні системи можуть пропонувати послуги на основі історії замовлень і вподобань клієнтів.
- Покрокове масштабування. Спочатку можна впровадити певні основні функції, такі як бронювання та оплата, а лише згодом додати розширений функціонал. Завдяки цьому також мінімізуються витрати на розробку.

Отже, як важлива складова економічного аналізу було розглянуто стратегії масштабування клієнтського досвіду, розроблені на основі дослідження. Можна зробити висновок, що масштабування мобільного застосунку вимагає ретельного планування, врахування потреб бізнесу та

специфіки клієнтської бази. Завдяки правильній стратегії масштабування можна не лише підвищити ефективність роботи застосунку, але й створити умови для сталого зростання бізнесу в умовах змінного ринку. Завдяки масштабуванню застосунку також можна масштабувати і модель для обчислення подальшої вигоди від використання застосунку, адже із розширенням додатків та виходом нових версій бібліотек з'являються нові технічні можливості для впровадження у проєкт.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано вплив впровадження мобільних застосунків на сервіси готельно-ресторанного бізнесу. Результати підтвердили, що мобільні застосунки є ефективним інструментом підвищення рівня обслуговування клієнтів, автоматизації процесів та збільшення прибутків. Однак ці переваги залежать від правильної інтеграції, підготовки персоналу та ефективного використання аналітичних даних. А отже, можна зробити висновок, що було підтверджено гіпотезу роботи. Мобільні застосунки дійсно можуть покращити доходи підприємства, проте існують також і фактори, через які вартість інвестицій може не бути перекрита доходами від інтеграції мобільних технологій. Тому було проведено комплексну роботу з аналізу цих факторів.

В ході проведення аналізу предметної області було проблеми в деяких найбільш популярних застосунках зі сфери готельно-ресторанного бізнесу. Результати були використані для визначення основних викликів даної області застосування технології.

Для визначення схем взаємодії між акторами систем та їх діями було виконано аналіз взаємодії користувачів із застосунком, котрий збирає аналітичні дані, для чого створено діаграми використання та послідовності. Також, для більш прозорого процесу збору даних для аналітики створено відповідну блок-схему, згідно якої в подальшому проводилось дослідження.

Для обґрунтування результатів аналізу та обробки аналітичних даних було застосовано математичне моделювання системи. Також, застосовано сучасні технології обробки великої кількості даних, а саме нейронну мережу. Завдяки їй, результати дослідження є не лише підкріплені якісною обробкою даних, але і масштабовані, адже до математичної моделі можна додавати і далі важливі фактори або деталізувати вже наявні. В глибокому дослідженні, обґрунтованості, потенціалі до подальших досліджень та

поєднанню наукової та економічної сторони проблематики впровадження мобільних застосунків полягає наукова новизна роботи.

Розроблена система може бути використана будь-яким підприємством як базовий інструмент для оцінки економічної вигоди від створення та введення в обіг мобільного застосунку, а також для подальшого корегування дій відносно застосунку, на основі вже нових даних, отриманих від користувачів із сервісів аналітики. Робота сприяє розвитку сучасних технологічних рішень у сфері надання послуг, а також сприяє покращенню клієнтського досвіду, адже підприємства можуть краще знати, чим приваблювати користувача. Важливим є і фокус роботи на кризових ситуаціях, тому результати дослідження можна використати для створення практичних рекомендацій по виходу бізнесу готельно-ресторанної сфери із кризового стану.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Петренко І. М. "Діджиталізація як драйвер зростання конкурентоспроможності підприємства" // Бізнес Інформ. – 2022. – № 12. – С. 113–120
- 2 Семенюк А. В. «Цифровізація туристичного сектору як інструмент розвитку в сучасних умовах» // Економіка та держава. – 2020. – № 8. – С. 75–80.
- 3 Ковальчук О. М. "Інноваційні рішення в готельно-ресторанному бізнесі: технології автоматизації та персоналізації послуг" // Економіка та суспільство. – 2024. – Вип. 67. – С. 130–135.
- 4 Ковальчук М. С. "Дослідження інноваційних рішень для оновлення існуючих бізнес-моделей і сучасних сервісних технологій у ресторанному бізнесі" // Актуальні проблеми розвитку готельно-ресторанного бізнесу. – 2022. – С. 45–50.
- 5 Грабар М., Кашка М. «Історія розвитку мобільних додатків та їх взаємозв'язок із туристичною індустрією» // Актуальні питання гуманітарних наук. – 2019. – Вип. 24, т. 1. – С. 10–13.
- 6 Кравченко О. В. «Використання мобільних додатків для цифровізації бізнес-процесів у ресторанному бізнесі» // Економіка, менеджмент та адміністрування. – 2022. – № 2. – С. 45–50.
- 7 Гірняк Л., Глагола В. "Інноваційні рішення в готельно-ресторанному бізнесі: технології автоматизації та персоналізації послуг" // Економіка та суспільство. – 2024. – Вип. 67. – С. 130–135.
- 8 Сидоренко О. П. "Ресторанний бізнес в умовах пандемії коронавірусу: проблеми та напрями розвитку" // Ринкова інфраструктура. – 2020. – № 42. – С. 120–125.
- 9 Roberto Verdecchia. Guidelines for Architecting Android Apps: A Mixed-Method Empirical Study. – IEEE Xplore, 2019. – 240 p.

- 10 Net Promoter System [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.bain.com/consulting-services/customer-strategy-and-marketing/net-promoter-score-system/>
- 11 Number of monthly active Facebook users worldwide as of 4th quarter 2023 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/>
- 12 5 Lessons from Hospitality Brands that Crushed Mobile Ordering During the Pandemic [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://hoteltechreport.com/news/hospitality-brands-mobile-ordering>
- 13 10 Best Revenue Management Software in 2025 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://hoteltechreport.com/revenue-management/revenue-management-systems>
- 14 Максимова О. М., Стюпіна Є. М. Ефективність використання штучних нейронних мереж в економіці // Економіка та суспільство. – 2021. – Вип. 31. – С. 50–55. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua>
- 15 Голійчук Л. В. Нейронні мережі в моделюванні економіки // Матеріали міжнародної наукової конференції. – 2017. – С. 112–114. – Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua>
- 16 Основні аспекти створення мобільних додатків та вибір інструментів їх розробки / Н.В. Ічанська, С. І. Улько // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2020. – № 59. – С. 74-78.
- 17 Google Colaboratory [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://colab.google/>
- 18 Firebase. Firebase Data Connect [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://firebase.google.com/products/data-connect>.
- 19 Firebase. Документація та навчальні матеріали [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://firebase.google.com/docs/>

- 20 DAN IT Education. Розробка мобільних додатків від А до Я: повний гайд [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dan-it.com/mobile-guide>
- 21 Android Developers. Android Studio та інструменти для розробки додатків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.android.com/studio>.
- 22 Firebase Open Source. Firestore – Запити до Firestore з використанням синтаксису SQL [Електронний ресурс].
- 23 io.google. Firebase підтримує SQL: Вступ до Data Connect [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://io.google/2024/explore/7b6b2870-94b3-406b-8439-4d65536e2c09/>
- 24 Науменко В. А. Застосування нейронних мереж для моделювання в економіці // Вектор економіки. – 2019. – № 10. – С. 1–12. – Режим доступу: <https://dspace.oneu.edu.ua>.
- 25 Лотоцька М. Р. Використання апарату нейронних мереж для прогнозування // Прикарпатський вісник НТШ. – 2021. – № 3. – С. 112–114. – Режим доступу: <https://lib.pnu.edu.ua/elib/local/pv/3278.pdf>.
- 26 Гарматій Н. М., Сербін В. С. Застосування нейронних мереж в економічних системах масового обслуговування // Журнал комп'ютерних технологій, інтернету та веб-дизайну. – 2023. – № 2. – С. 45–50. – Режим доступу: <https://jktod.donnu.edu.ua/article/view/16266>.

Додаток А

Код клієнтської частини тестувального мобільного застосунку

```

package com.cmprojects.diplomawork

import android.os.Bundle
import android.widget.Toast
import androidx.activity.ComponentActivity
import androidx.activity.compose.setContent
import androidx.compose.foundation.layout.*
import androidx.compose.foundation.text.KeyboardOptions
import androidx.compose.material3.*
import androidx.compose.material3.CenterAlignedTopAppBar
import androidx.compose.runtime.*
import androidx.compose.ui.Alignment
import androidx.compose.ui.Modifier
import androidx.compose.ui.text.input.KeyboardType
import androidx.compose.ui.unit.dp
import androidx.compose.ui.platform.LocalContext
import androidx.navigation.NavHostController
import androidx.navigation.compose.NavHost
import androidx.navigation.compose.composable
import androidx.navigation.compose.rememberNavController
import com.cmprojects.diplomawork.ui.theme.DiplomaWorkTheme
import com.google.firebase.Firebase
import com.google.firebase.analytics.FirebaseAnalytics
import com.google.firebase.analytics.analytics

class MainActivity : ComponentActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContent {
            DiplomaWorkTheme {
                StartAppScreen()
            }
        }
    }
}

object FirebaseAnalyticsWrapper {
    private var firebaseAnalytics: FirebaseAnalytics? = null

    fun initializeAnalytics(context:
android.content.Context) {
        if (firebaseAnalytics == null) {
            firebaseAnalytics = Firebase.analytics
        }
    }

    fun logEvent(eventName: String, params: Map<String,
Any>) {

```

```

        println("Firebase Analytics Event: $eventName,
Params: $params")
        firebaseAnalytics?.logEvent(eventName,
Bundle().apply {
            params.forEach { (key, value) ->
                when (value) {
                    is String -> putString(key, value)
                    is Int -> putInt(key, value)
                    is Long -> putLong(key, value)
                    is Double -> putDouble(key, value)
                    else -> throw
IllegalArgumentOutOfRangeException("Unsupported value type:
${value::class.java}")
                }
            }
        })
    }
}

@Composable
fun StartAppScreen() {
    val navController = rememberNavController()
    NavHost(navController = navController, startDestination
= "home") {
        composable("home") { HomeScreen(navController) }
        composable("createReceipt") { CreateReceiptScreen()
    }
}

@Composable
fun HomeScreen(navController: NavHostController) {
    val context = LocalContext.current
    var showReviewDialog by remember { mutableStateOf(false)
}

    var showReadinessDialog by remember {
mutableStateOf(false) }

    Column(
        modifier = Modifier.fillMaxSize().padding(16.dp),
        verticalArrangement = Arrangement.spacedBy(16.dp),
        horizontalAlignment = Alignment.CenterHorizontally
    ) {
        Button(onClick = {
FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("navigate_create_receipt",
mapOf("source" to "home_screen"))
            navController.navigate("createReceipt")
        }) {
            Text("Створити чек")
        }
        Button(onClick = {

```

```

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("open_review_dialog",
mapOf("source" to "home_screen"))
        showReviewDialog = true
    }) {
        Text("Надіслати відгук")
    }
    Button(onClick = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("open_readiness_dialog",
mapOf("source" to "home_screen"))
        showReadinessDialog = true
    }) {
        Text("Ввести коефіцієнт готовності бізнесу")
    }
}

if (showReviewDialog) {
    ReviewDialog(context = context, onDismiss = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("close_review_dialog",
mapOf("source" to "home_screen"))
        showReviewDialog = false
    })
}

if (showReadinessDialog) {
    ReadinessDialog(context = context, onDismiss = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("close_readiness_dialog",
mapOf("source" to "home_screen"))
        showReadinessDialog = false
    })
}
}

@OptIn(ExperimentalMaterial3Api::class)
@Composable
fun CreateReceiptScreen() {
    val context = LocalContext.current
    val productList = remember {
mutableStateListOf<Pair<String, String>>() }
    var showDialog by remember { mutableStateOf(false) }

    Scaffold(
        topBar = {
            CenterAlignedTopAppBar(title = {
Text("Продукти") })
        }
    ) {
        Column(
            modifier = Modifier

```



```

        .fillMaxSize()
        .padding(it)
        .padding(16.dp),
        verticalArrangement = Arrangement.SpaceBetween
    ) {
        Column(modifier = Modifier.weight(1f)) {
            productList.forEach { product ->
                Text("${product.first}:
${product.second}")
            }
        }
        Column(
            modifier = Modifier.fillMaxWidth(),
            verticalArrangement =
Arrangement.spacedBy(8.dp)
        ) {
            Button(
                onClick = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("add_product", mapOf("screen"
to "create_receipt"))
                    showDialog = true
                },
                modifier = Modifier.fillMaxWidth()
            ) {
                Text("Додати продукт")
            }
            Button(
                onClick = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("send_product_list",
mapOf("screen" to "create_receipt"))
                    Toast.makeText(context, "Дані
відправлено", Toast.LENGTH_SHORT).show()
                },
                modifier = Modifier.fillMaxWidth()
            ) {
                Text("Відправити список")
            }
        }
    }
}

if (showDialog) {
    ProductDialog(onDismiss = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("close_product_dialog",
mapOf("screen" to "create_receipt"))
        showDialog = false
    }) { name, amount ->
        productList.add(name to amount)
    }
}

```

```

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("product_added", mapOf("name"
to name, "amount" to amount))
        showDialog = false
    }
}

@Composable
fun ProductDialog(onDismiss: () -> Unit, onConfirm: (String,
String) -> Unit) {
    var name by remember { mutableStateOf("") }
    var amount by remember { mutableStateOf("") }

    AlertDialog(
        onDismissRequest = onDismiss,
        title = { Text("Додати продукт") },
        text = {
            Column(verticalArrangement =
Arrangement.spacedBy(8.dp)) {
                OutlinedTextField(
                    value = name,
                    onChange = { name = it },
                    label = { Text("Назва") }
                )
                OutlinedTextField(
                    value = amount,
                    onChange = { amount = it },
                    label = { Text("Сума") },
                    keyboardOptions =
KeyboardOptions(keyboardType = KeyboardType.Number)
                )
            }
        },
        confirmButton = {
            Button(
                onClick = { onConfirm(name, amount) },
                enabled = name.isNotBlank() &&
amount.isNotBlank()
            ) {
                Text("Підтвердити")
            }
        },
        dismissButton = {
            Button(onClick = onDismiss) {
                Text("Скасувати")
            }
        }
    )
}

```

```

    // Similarly, integrate mock analytics in the ReviewDialog
    and ReadinessDialog
    @Composable
    fun ReviewDialog(context: android.content.Context,
onDismiss: () -> Unit) {
        var selectedScore by remember {
mutableStateOf<String?>(null) }
        val options = listOf("1", "2", "3", "4", "5")

        AlertDialog(
            onDismissRequest = onDismiss,
            title = { Text("Надіслати відгук") },
            text = {
                Column(verticalArrangement =
Arrangement.spacedBy(8.dp)) {
                    options.forEach { score ->
                        DropdownMenuItem(
                            text = { Text(score) },
                            onClick = { selectedScore = score }
                        )
                    }
                }
            },
            confirmButton = {
                Button(
                    onClick = {
                        FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("review_sent", mapOf("score"
to selectedScore as Any))
                            Toast.makeText(context, "Відгук
надіслано", Toast.LENGTH_SHORT).show()
                                onDismiss()
                            },
                            enabled = selectedScore != null
                        ) {
                            Text("Надіслати")
                        }
                    },
                    dismissButton = {
                        Button(onClick = onDismiss) {
                            Text("Скасувати")
                        }
                    }
                )
            }
        )

    @Composable
    fun ReadinessDialog(context: android.content.Context,
onDismiss: () -> Unit) {
        var selectedValue by remember {
mutableStateOf<String?>(null) }
        val options = (1..10).map { (it / 10f).toString() }

```

```

AlertDialog(
    onDismissRequest = onDismiss,
    title = { Text("Ввести коефіцієнт готовності") },
    text = {
        Column(verticalArrangement =
Arrangement.spacedBy(8.dp)) {
            options.forEach { value ->
                DropdownMenuItem(
                    text = { Text(value) },
                    onClick = { selectedValue = value }
                )
            }
        }
    },
    confirmButton = {
        Button(
            onClick = {

FirebaseAnalyticsWrapper.logEvent("readiness_coefficient_sent",
mapOf("value" to selectedValue as Any))
                Toast.makeText(context, "Коефіцієнт
надіслано", Toast.LENGTH_SHORT).show()
                    onDismiss()
            },
            enabled = selectedValue != null
        ) {
            Text("Надіслати")
        }
    },
    dismissButton = {
        Button(onClick = onDismiss) {
            Text("Скасувати")
        }
    }
)
}

```

Код моделі навчання нейромережі

```

import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout
from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping
import matplotlib.pyplot as plt

# Завантаження датасету з CSV
data = pd.read_csv('analytics_data.csv')

print(data.head())

```

```

Y = data['P']
X = data[['X1', 'X2', 'X3', 'X4', 'X5']]

X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(
    X, Y, test_size=0.2, random_state=42)

scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)

model = Sequential()
model.add(Dense(128, input_dim=5, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(64, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.3))
model.add(Dense(32, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='linear'))

model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error',
metrics=['mae'])

early_stopping = EarlyStopping(monitor='val_loss',
patience=10, restore_best_weights=True)

history = model.fit(
    X_train_scaled, Y_train,
    epochs=200,
    batch_size=16,
    validation_data=(X_test_scaled, Y_test),
    callbacks=[early_stopping],
    verbose=1
)

loss, mae = model.evaluate(X_test_scaled, Y_test)
print(f'Середня абсолютна похибка на тестовій вибірці:
{mae}')

Y_pred = model.predict(X_test_scaled)

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(history.history['loss'], label='Втрати на
навчанні')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Втрати на
валідації')
plt.title('Графік навчання моделі')
plt.xlabel('Епохи')
plt.ylabel('Втрати')
plt.legend()
plt.show()

plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.scatter(Y_test, Y_pred)

```

```
plt.plot([Y_test.min(), Y_test.max()], [Y_test.min(),
Y_test.max()], 'r--')
plt.xlabel('Реальный прибуток')
plt.ylabel('Прогнозований прибуток')
plt.title('Реальный vs Прогнозований прибуток')
plt.show()
```