

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет інформаційних технологій**

Кафедра технологій управління

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Управління проектами»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему:

«Дослідження технологій управління проектом створення веб-платформи
онлайн сервісів туристичної агенції»

Студента 2-го курсу групи УПз-21

Андрія ПАСІЧНИКА
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, професор
(науковий ступінь, вчене звання)
Віктор МОРОЗОВ
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис студента)

(дата)

(підпис)

Попередній захист:

(Висновок: "До захисту в Екзаменаційній комісії")

Завідувач

кафедри технологій

управління

(підпис)

Віктор МОРОЗОВ

(прізвище, ініціали)

(дата)

Київ — 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**
Факультет інформаційних технологій

Кафедра технологій управління
Освітній рівень Магістр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
Освітня програма Управління проєктами

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
професор Віктор МОРОЗОВ

«16» червня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Студент: Пасічник Андрій Сергійович

Група: УПз-21

1.Тема кваліфікаційної роботи: «Дослідження технологій управління проєктом створення веб-платформи онлайн сервісів туристичної агенції»

Затверджена наказом від «16» червня 2025 р. № 15.

2.Строк подання студентом готової роботи: «10» грудня 2025 р.

3.Цільова установка та вхідні дані до роботи: дослідження методів і технологій управління проєктом створення веб-платформи туристичної агенції, їх застосування у процесах планування, управління строками, вартістю та якістю. Вихідними даними є сформований план управління проєктом, що включає технічне завдання, математичні моделі, ієрархічну структуру робіт, графік виконання, бюджет та карту ризиків.

4. Зміст роботи: Аналіз сучасного стану ринку туристичних онлайн-послуг та обґрунтування доцільності створення власної веб-платформи; математична постановка задачі дослідження, включаючи моделі пошуку, бронювання, ціноутворення та рейтингу; розробка інформаційного забезпечення (архітектура, вимоги, моделі даних) та програмного забезпечення (алгоритми, інтерфейси, технологічний стек); планування управління проєктом: побудова

організаційної структури, розробка WBS та календарного плану, планування ресурсів, бюджету та ризиків

5. Перелік графічного матеріалу (слайдів): Актуальність та мета роботи, дерево проблем, дерево цілей, концептуальна модель проєкту, математичні моделі основних бізнес-процесів (пошук, бронювання, ціноутворення, рейтинг), концептуальна та логічна моделі бази даних, алгоритми роботи системи, дизайн інтерфейсів, ієрархічна структура робіт (WBS), діаграма Ганта та календарний план, організаційна структура команди, бюджет проєкту, висновки.

6.Календарний план виконання роботи:

№ п/п	Назва частини роботи	План виконання роботи
1.	Вивчення літературних джерел з предмету дослідження	01.09.2025 – 10.09.2025
2.	Збір і вивчення матеріалів	11.09.2025 – 20.09.2025
3.	Складання розгорнутого плану кваліфікаційної роботи	21.09.2025 – 25.09.2025
4.	Ознайомлення наукового керівника з розгорнутим планом кваліфікаційної роботи. Внесення змін	26.09.2025
5.	Підготовка розділу 1 «Дослідження та обґрунтування доцільності та життєздатності проєкту»	01.09.2025 – 30.09.2025
6.	Підготовка розділу 2 «Математична постановка задачі дослідження»	01.10.2025 – 30.10.2025
7.	Підготовка розділу 3 «Розробка інформаційного та програмного забезпечення проєкту»	01.11.2025 – 15.11.2025
8.	Підготовка розділу 4 «Планування елементів управління проєктом»	15.11.2025 – 30.11.2025

9.	Оформлення та завантаження рукопису КРМ (pdf) на диск для попереднього перегляду	01.12.2025 – 09.12.2025
10.	Попередній захист (рецензування викладачами кафедри)	10.12.2025 – 14.12.2025
11.	Передача роботи керівнику та перевірка на плагіат	15.12.2025 – 16.12.2025
12.	Друк фінальної версії, підписання та подання документів на кафедру	17.12.2025 – 19.12.2025
13.	Захист роботи	22.12.2025 – 23.12.2025

Дата видачі завдання «16» червня 2025 р.

Керівник роботи к.т.н., професор Віктор МОРОЗОВ

(підпис)

Завдання прийняв до виконання студент групи УПз-21

Андрій ПАСІЧНИК

(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	7
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПРОЄКТУ.....	15
1.1. Аналіз ринку веб-платформ та інструментів онлайн-бронювання туристичних послуг.....	15
1.2. Аналіз літературних та інформаційних джерел щодо управління ІТ-проєктами в туристичній сфері.....	20
1.3. Обґрунтування доцільності створення власної веб-платформи для туристичної агенції та оцінка економічної ефективності.....	23
1.4. Постановка задачі дослідження та формування технічного завдання у вигляді паспорту проєкту.....	29
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	35
2.1. Розробка концептуальної моделі інформаційної системи веб-платформи.....	35
2.2. Формалізація математичних моделей основних бізнес-процесів платформи.....	40
2.2.1. Математична модель пошуку та фільтрації туристичних продуктів.....	46
2.2.2. Математична модель процесу бронювання та перевірки доступності слотів.....	49
2.2.3. Математична модель розрахунку динамічної вартості туру.....	50
2.2.4. Математична модель розрахунку рейтингів та системи відгуків.....	53
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЄКТУ.....	56
3.1. Розробка концептуальної моделі бази даних проєкту.....	56
3.2. Побудова логічної моделі бази даних.....	58
3.3. Опис архітектури та структури програмного забезпечення проєкту.....	61

3.4. Розробка алгоритмів функціонування та дизайн інтерфейсів користувача.....	63
3.5. Обґрунтування вибору технологічного стеку для реалізації проекту.....	71
РОЗДІЛ 4. ПЛАНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ.....	79
4.1. Розробка організаційної структури управління проектом та формування команди.....	79
4.2. Розробка ієрархічної структури робіт (WBS) та матриці відповідальності (RACI).....	81
4.3. Розробка календарного плану та графіку реалізації проекту (Gantt Chart).....	84
4.4. Планування ресурсного забезпечення та розрахунок бюджету проекту.....	87
4.5. Визначення ключових показників ефективності (KPI) та управління ризиками проекту.....	90
ВИСНОВКИ.....	94
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
ДОДАТКИ.....	101

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Дослідження технологій управління проектом створення веб-платформи онлайн сервісів туристичної агенції»

Студент: Пасічник Андрій Сергійович

Науковий керівник: Морозов Віктор Володимирович

Рік захисту: 2025

Метою роботи є обґрунтування та розробка системи управління проектом створення веб-платформи, що забезпечить оптимізацію часових та ресурсних витрат туристичної агенції, автоматизацію бізнес-процесів та підвищення конкурентоспроможності компанії.

Ціль проекту полягає у створенні та впровадженні веб-платформи «Travel-Online», яка дозволить клієнтам самостійно шукати та бронювати тури, а менеджерам — ефективно управляти замовленнями, що призведе до збільшення обсягів онлайн-продажів.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці повного пакету проектної документації, готового до реалізації в діяльності ТОВ «Поїхали з нами». Зокрема, розроблено паспорт проекту, ієрархічну структуру робіт (WBS), календарний план та детальний бюджет. Спроектовано архітектуру системи та дизайн інтерфейсів, які дозволяють автоматизувати до 40% рутинних операцій менеджерів. Впровадження розроблених рішень забезпечить надійний канал онлайн-продажів та прогнозоване зростання прибутку компанії.

Структура роботи відображає повний життєвий цикл проекту.

У першому розділі проведено аналіз ринку та обґрунтовано доцільність створення власного продукту.

Другий розділ містить концептуальну модель системи та формалізацію математичних моделей основних бізнес-процесів.

Третій розділ присвячено розробці інформаційного та програмного

забезпечення, включаючи проектування бази даних та інтерфейсів.

У четвертому розділі розроблено план управління проектом: сформовано команду, побудовано ієрархічну структуру робіт (WBS), створено календарний план та розраховано бюджет.

За результатами дослідження підтверджено технічну реалізованість та економічну ефективність впровадження платформи.

Робота містить 100 сторінок без додатків, 19 рисунків та 5 таблиць. Додатки складають 5 сторінок.

Ключові слова: управління проектами, веб-платформа, туристична агенція, онлайн-бронювання, математична модель, база даних, бюджет проекту.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується стрімкою цифровізацією всіх сфер суспільного життя, і туристична індустрія не є винятком [8]. Туризм, як одна з найбільш динамічних галузей глобального ринку, першим реагує на технологічні зміни та інновації [36; 21]. Традиційні моделі ведення туристичного бізнесу, що базувалися переважно на офлайн-взаємодії між туроператором, турагентом та клієнтом у фізичних офісах, поступово відходять у минуле або ж суттєво трансформуються. Натомість на передній план виходять цифрові платформи, онлайн-сервіси бронювання та мобільні додатки, які надають споживачеві можливість миттєвого доступу до глобальної бази туристичних продуктів, порівняння цін та самостійного формування маршруту подорожі [27].

Статистичні дані та аналітичні звіти останніх років свідчать про неухильне зростання частки онлайн-продажів у загальному обсязі туристичного ринку [7]. Сучасний мандрівник стає більш вимогливим до швидкості обслуговування, прозорості ціноутворення та персоналізації пропозицій. Глобальні агрегатори, такі як Booking.com, Expedia, Airbnb та інші, встановили високі стандарти користувацького досвіду, до яких звикли клієнти [14]. У цих умовах локальні туристичні агенції, які прагнуть зберегти свої ринкові позиції та забезпечити сталий розвиток, змушені адаптуватися до нових реалій. Відсутність власного якісного веб-представництва та автоматизованої системи онлайн-бронювання сьогодні стає критичним фактором ризику, що може призвести до втрати клієнтської бази та зниження конкурентоспроможності підприємства [19].

Разом з тим, створення веб-платформи для туристичної агенції — це складний, багатокомпонентний процес, який не обмежується лише написанням програмного коду. Це повноцінний ІТ-проект, який характеризується високим рівнем невизначеності, стислими термінами реалізації, обмеженим бюджетом та необхідністю інтеграції з численними зовнішніми системами (API

туроператорів, банківські шлюзи, CRM-системи) [42]. Статистика свідчить, що значна частина ІТ-проектів завершується невдачею — перевищенням бюджету, зривом дедлайнів або створенням продукту, який не відповідає очікуванням замовника — саме через недоліки в управлінні.

У цьому контексті особливої актуальності набуває питання вибору та адаптації технологій управління проектами (Project Management) до специфіки туристичної сфери [48]. Класичні "жорсткі" методології не завжди здатні впоратися з динамікою змін вимог, характерною для веб-розробки, тоді як виключно "гнучкі" підходи (Agile) можуть не забезпечити необхідного рівня прогнозованості бюджету та строків, що є критичним для малого та середнього бізнесу. Тому виникає об'єктивна необхідність у дослідженні та розробці такої системи управління проектом створення веб-платформи, яка б поєднувала найкращі практики планування, контролю та гнучкої розробки, враховуючи при цьому галузеву специфіку туризму.

Таким чином, актуальність теми магістерської роботи зумовлена, з одного боку, нагальною потребою туристичних підприємств у цифровій трансформації для виживання в конкурентному середовищі, а з іншого — необхідністю наукового обґрунтування та практичного застосування ефективних інструментів управління ІТ-проектами для гарантування успішної реалізації таких ініціатив [38; 28].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота магістра виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри технологій управління факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Тематика дослідження тісно пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки в Україні у сфері інформаційних технологій та відповідає профілю освітньо-професійної програми «Управління проектами» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Результати роботи інтегруються в загальну наукову тему кафедри, присвячену питанням управління розвитком складних організаційно-технічних систем в умовах невизначеності.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка комплексної системи управління проектом створення веб-платформи, впровадження якої забезпечить підвищення ефективності операційної діяльності та конкурентоспроможності туристичної агенції шляхом автоматизації бізнес-процесів пошуку, бронювання та продажу послуг.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначено та вирішено такі завдання:

- провести системний аналіз сучасного стану ринку туристичних онлайн-послуг, виявити ключові тенденції цифровізації галузі та обґрунтувати економічну доцільність створення власної веб-платформи для туристичної агенції;
- проаналізувати існуючі теоретичні підходи, стандарти (PMBOK, ISO 21500) та методології управління IT-проектами (Waterfall, Scrum, Kanban) з метою визначення найбільш ефективної комбінації методів для реалізації поставленого завдання;
- здійснити математичну постановку задачі дослідження, розробити концептуальну модель інформаційної системи та формалізувати ключові бізнес-процеси, зокрема моделі пошуку турів за багатокритеріальними запитами та алгоритми бронювання в режимі реального часу;
- спроектувати архітектуру програмного забезпечення та структуру бази даних веб-платформи, обґрунтувати вибір сучасного технологічного стеку, що забезпечить надійність, безпеку та масштабованість системи;
- розробити детальний план управління проектом, що включає формування організаційної структури проектної команди та матриці відповідальності;
- побудувати ієрархічну структуру робіт (WBS) та розробити календарний план-графік реалізації проекту (діаграму Ганта) для забезпечення контролю часових параметрів;
- розрахувати бюджет проекту, спланувати ресурсне забезпечення та

розробити стратегію управління ризиками, що дозволить мінімізувати вплив негативних факторів на хід виконання робіт.

Об'єкт дослідження — процеси створення та впровадження веб-платформи онлайн-сервісів туристичної агенції.

Предмет дослідження — моделі, методи, механізми та інструментальні засоби управління проєктами, а також інформаційні технології, що використовуються для забезпечення ефективного планування, організації та контролю процесу створення програмного продукту для туристичної сфери.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження є системний підхід до управління проєктами та створення інформаційних систем. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів:

- методи системного аналізу та синтезу застосовано на етапі дослідження предметної області для вивчення бізнес-процесів туристичної агенції, аналізу ринкового середовища та визначення вимог до майбутньої системи;
- методи теорії множин та математичної логіки використано для формалізації постановки задачі, опису моделей даних та алгоритмів пошуку і фільтрації туристичних продуктів;
- методи реляційного моделювання даних (ER-діаграми) використано для проєктування логічної та фізичної структури бази даних, забезпечення її нормалізації та цілісності;
- методи сітьового та календарного планування (метод критичного шляху, діаграми Ганта) застосовано для розробки розкладу проєкту, визначення логічної послідовності робіт та оптимізації часових витрат;
- методи параметричного оцінювання вартості використано для розрахунку бюджету проєкту та оцінки економічної ефективності впровадження розробленої платформи;
- експертні методи та матричні інструменти (матриця ймовірності та впливу) застосовано для ідентифікації та якісного аналізу ризиків

проєкту.

Наукова новизна одержаних результатів. У кваліфікаційній роботі отримано нові наукові результати, які полягають у наступному:

- набув подальшого розвитку інтегрований підхід до управління ІТ-проєктами в туристичній галузі, який, на відміну від існуючих, базується на гібридній моделі життєвого циклу, що поєднує чітке календарне планування етапів ініціації та завершення з гнучкими (ітеративними) методами розробки програмного продукту, що дозволяє забезпечити адаптивність до змін вимог при збереженні контролю над бюджетом та строками;
- удосконалено математичні моделі процесів онлайн-бронювання, які враховують динамічну природу туристичного продукту та особливості взаємодії із зовнішніми API-інтерфейсами туроператорів у режимі реального часу, що дозволяє підвищити точність та актуальність даних, які надаються кінцевому користувачеві;
- дістала подальшого розвитку система управління ризиками ІТ-проєкту створення веб-платформи, яка адаптована до специфіки малого та середнього туристичного бізнесу і включає розроблені стратегії реагування на специфічні галузеві загрози (зміна API постачальників, сезонні коливання попиту, зміни у законодавстві).

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати мають безпосередню практичну цінність та готові до впровадження в реальну діяльність туристичних підприємств:

- По-перше, розроблено повний пакет проєктної документації, що включає Паспорт проєкту, Технічне завдання, Ієрархічну структуру робіт (WBS) та Матрицю відповідальності, які створюють нормативну базу для початку робіт;
- По-друге, спроектовано та програмно реалізовано прототип веб-платформи «Travel-Online» з використанням сучасного стеку технологій (Python/Django, React), що підтверджує технічну

здійсненність запропонованих рішень;

- По-третє, розроблений детальний календарний план та бюджет проєкту дозволяють керівництву туристичної агенції чітко планувати фінансові потоки та контролювати хід виконання робіт;
- По-четверте, запропоновані алгоритми пошуку та бронювання, а також структура бази даних можуть бути використані як універсальні шаблони для розробки аналогічних систем у сфері електронної комерції послуг.

Практичне впровадження результатів дослідження дозволить туристичній агенції здійснити системну трансформацію операційної діяльності, автоматизувавши до 40% рутинних бізнес-процесів, пов'язаних із моніторингом актуальності цін, перевіркою квот у готелях та оформленням супровідної документації. Така оптимізація забезпечить суттєве зниження навантаження на персонал, дозволяючи переорієнтувати робочий час кваліфікованих менеджерів з виконання технічних функцій на надання експертних консультацій та якісну комунікацію з клієнтами. Ключовою стратегічною перевагою стане запуск повноцінного каналу онлайн-продажів, що функціонує в режимі 24/7, усуваючи часові та просторові обмеження фізичного офісу. Це надасть можливість ефективно охопити сегмент користувачів, орієнтованих на цифрову взаємодію та здійснення бронювань у позаробочий час, що сприятиме розширенню клієнтської бази. Підвищення рівня лояльності та утримання клієнтів буде досягнуто завдяки впровадженню сучасного сервісу з особистим кабінетом, історією подорожей та прозорою системою ціноутворення. Проведені економічні розрахунки підтверджують високу інвестиційну привабливість розробки: реалізація проєкту здатна забезпечити повне повернення вкладених коштів вже протягом першого року промислової експлуатації системи, створюючи надійний фінансовий фундамент для подальшого масштабування бізнесу та посилення конкурентних позицій компанії на ринку.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ПРОЄКТУ

1.1. Аналіз ринку веб-платформ та інструментів онлайн-бронювання туристичних послуг

Сучасний етап еволюції глобальної економічної системи характеризується фундаментальними трансформаціями, спричиненими переходом до четвертої промислової революції (Industry 4.0) та формуванням цифрової економіки. Туристична індустрія, що історично є однією з найбільш інформаційноємних галузей світового господарства, виступає не лише активним реципієнтом, а й драйвером впровадження інноваційних технологій. Інформація в туризмі набула статусу стратегічного ресурсу, цінність якого часто перевищує вартість фізичних активів, оскільки саме якість, швидкість та доступність інформації про туристичний продукт визначають конкурентоспроможність суб'єктів ринку.

Аналіз статистичних даних, оприлюднених Всесвітньою туристичною організацією (UNWTO), а також звітів провідних міжнародних консалтингових агенцій (McKinsey, Deloitte, Phocuswright), свідчить про незворотну тенденцію до домінування онлайн-каналів продажів (e-travel). Якщо на початку XXI століття онлайн-бронювання розглядалося професійними учасниками ринку як допоміжний інструмент маркетингу, то станом на кінець 2024 року воно трансформувалося у безальтернативну бізнес-модель взаємодії між постачальником та споживачем. У розвинених країнах Європейського Союзу та Північної Америки частка бронювань через цифрові платформи у сегменті B2C (Business-to-Consumer) впевнено перевищує 65%, а в окремих категоріях, таких як авіаперевезення, залізничний транспорт та короткострокова оренда житла, наближається до абсолютних значень (90–95%). Український туристичний ринок, активно інтегруючись у європейський цифровий простір, демонструє аналогічні тренди із щорічним приростом

онлайн-сегменту на рівні 15–20%, що значно випереджає темпи зростання традиційного офлайн-туризму [49].

Зазначені структурні зрушення зумовлені фундаментальною зміною моделі споживчої поведінки, яку в сучасній соціології та маркетингу характеризують терміном "цифровий мандрівник" (digital traveler). Сучасний турист еволюціонував із пасивного споживача пакетних послуг у кваліфікованого користувача, який володіє високим рівнем цифрової грамотності, має постійний доступ до широкосмугового інтернету та прагне самостійно контролювати всі етапи планування та реалізації своєї подорожі. Використання мета-пошукових систем, агрегаторів, мобільних додатків та соціальних мереж дозволяє споживачеві миттєво порівнювати тисячі пропозицій від різних операторів, верифікувати їх якість через відгуки інших користувачів (user-generated content) та здійснювати транзакції без просторових чи часових обмежень. Психологія споживання змінилася в бік так званих "мікро-моментів": рішення про поїздку може бути прийняте спонтанно, під впливом емоційного контенту в Instagram чи TikTok, і реалізоване миттєво за допомогою смартфона.

Ключовим драйвером змін на ринку є необхідність задоволення нових, значно підвищених вимог клієнта до якості цифрового сервісу. Серед цих вимог на перший план виходять:

- Миттєвість (Immediacy): доступ до актуальної інформації про наявність місць та ціни в режимі реального часу (real-time availability), що виключає необхідність очікування підтвердження від менеджера ("on request");
- Персоналізація (Personalization): отримання пропозицій, що базуються на аналізі великих даних (Big Data) про попередні подорожі, пошукові запити та вподобання користувача;
- Абсолютна прозорість ціноутворення: відсутність прихованих комісій, зборів та доплат, які часто виникають на етапі оплати в офлайн-агенціях;

- Омніканальність (Omnichannel): можливість безшовної (seamless) взаємодії з брендом через різні канали: розпочати бронювання на смартфоні, продовжити на ноутбуці та завершити через чат-бот.

Традиційна бізнес-модель роботи туристичної агенції, що базувалася на ексклюзивному доступі менеджера до закритих професійних систем бронювання та інформаційній асиметрії між продавцем і покупцем, остаточно втрачає свою актуальність. Агенція, яка не має власного повнофункціонального цифрового представництва, ризикує бути витісненою з ринку глобальними технологічними гравцями, оскільки не створює доданої вартості для клієнта, який здатен знайти базовий тур самостійно, часто за нижчою ціною.

Динаміку розвитку світового ринку онлайн-тревел, що ілюструє процеси відновлення галузі після кризових явищ пандемії COVID-19 та подальше експоненціальне зростання обсягів бронювання, наочно зображено на рисунку 1.1. Графік демонструє чіткий висхідний тренд, що підтверджує стратегічну перспективність та інвестиційну привабливість сегменту TravelTech.

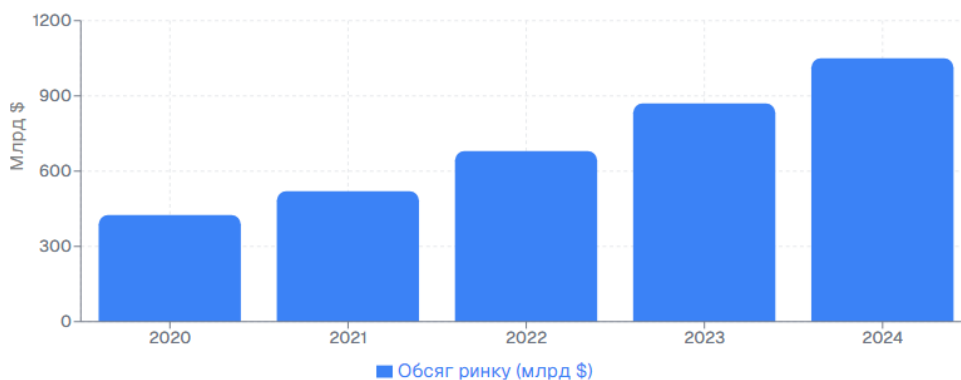


Рис. 1.1. Динаміка зростання світового ринку онлайн-бронювання туристичних послуг

Аналіз інфраструктури ринку програмного забезпечення для туризму свідчить про його високу концентрацію та яскраво виражений олігополістичний характер. Технологічний фундамент галузі формують

Глобальні системи дистрибуції (GDS – Global Distribution Systems), такі як Amadeus, Sabre та Travelport. Ці системи виступають глобальними агрегаторами, що консолідують контент від первинних постачальників послуг (авіакомпаній, готелів, автопрокатних компаній, залізничних перевізників) та надають доступ до нього вторинним дистриб'юторам. Однак, на рівні взаємодії з кінцевим споживачем та локальними туристичними агенціями ринок чітко сегментований між кількома типами гравців, кожен з яких пропонує специфічні інструменти бронювання [37].

Першу та найпотужнішу групу складають глобальні онлайн-агенції (OTA – Online Travel Agencies), такі як Booking Holdings (Booking.com, Agoda), Expedia Group, Airbnb, Trip.com. Їхніми беззаперечними конкурентними перевагами є глобальне покриття, технологічна досконалість інтерфейсів, висока відмовостійкість систем (SLA 99.9%) та розвинені програми лояльності. Проте для локальної туристичної агенції стратегічне партнерство виключно з OTA несе суттєві загрози. По-перше, високі комісійні витрати (15–25%) значно знижують маржинальність бізнесу. По-друге, головним ризиком є "канібалізація" власної клієнтської бази: лояльність споживача формується до зручної платформи агрегатора, а не до постачальника послуги, що робить агенцію зайвою ланкою.

Другу групу формують системи бронювання туроператорів (B2B-портали), такі як Join UP!, TUI Ukraine, Coral Travel, Anex Tour. Ці системи надають доступ до ексклюзивного контенту, чартерних програм, блоків місць на рейсах та гарантованих квот у готелях, що є критично важливим для сегменту масового пакетного туризму. Головним недоліком таких систем є їхня архітектурна закритість: доступ можливий лише авторизованим агентам через логін та пароль, що унеможливує пряме використання інтерфейсу клієнтом. Крім того, відсутність уніфікації інтерфейсів різних операторів ускладнює роботу менеджерів, змушуючи їх працювати в багатьох вікнах одночасно, що підвищує ймовірність механічних помилок та знижує продуктивність праці.

Третю групу становлять SaaS-рішення (Software as a Service) та агрегатори для агентів, такі як IT-tour, "Мій Агент", Otpusk.com. Вони частково вирішують проблему агрегації, забезпечуючи пошук пропозицій від багатьох операторів в одному вікні ("Single Window"). Однак такі рішення часто характеризуються шаблонністю, обмеженими можливостями кастомізації дизайну та бізнес-логіки під потреби конкретного бренду, а також технологічною залежністю від вендора (Vendor Lock-in). Більшість з них не забезпечує повного циклу онлайн-продажу з автоматичною випискою документів, генерацією договорів та фіскалізацією оплати під власним брендом агенції, залишаючи за собою лише функцію пошукового рушія [12].

Проведений порівняльний аналіз дозволяє виявити суттєву ринкову прогалину (gap). Жодне з існуючих типових рішень не задовольняє повною мірою стратегічні потреби сучасної туристичної агенції, яка прагне розвивати власний бренд, капіталізувати бізнес та масштабувати його. Це обґрунтовує доцільність розробки власної гібридної веб-платформи, яка б поєднувала функціональну глибину та надійність професійних B2B-систем (через пряму інтеграцію API) з інтуїтивною зрозумілістю, естетикою та зручністю інтерфейсів, притаманних глобальним B2C-гравцям.

Для наочної ілюстрації стандартів користувацького досвіду (UX), які очікує сучасний клієнт, наведено приклад інтерфейсу лідера ринку (рис. 1.2). Зокрема, даний інтерфейс демонструє еталонну реалізацію інтуїтивно зрозумілої навігації, де пошукова форма займає центральне місце та дозволяє задати параметри подорожі (напрямок, дати, кількість осіб) з мінімальними когнітивними зусиллями. Варто також відзначити ефективне використання контрастних візуальних акцентів для маркетингових пропозицій та наявність елементів побудови довіри (trust signals), таких як інформація про цілодобову підтримку та політику скасування, що є критично важливим для зниження психологічних бар'єрів при онлайн-оплаті. Крім того, лаконічний дизайн та логічне групування елементів управління сприяють швидкій орієнтації користувача на сторінці, суттєво зменшуючи час, необхідний для прийняття

фінального рішення про покупку.

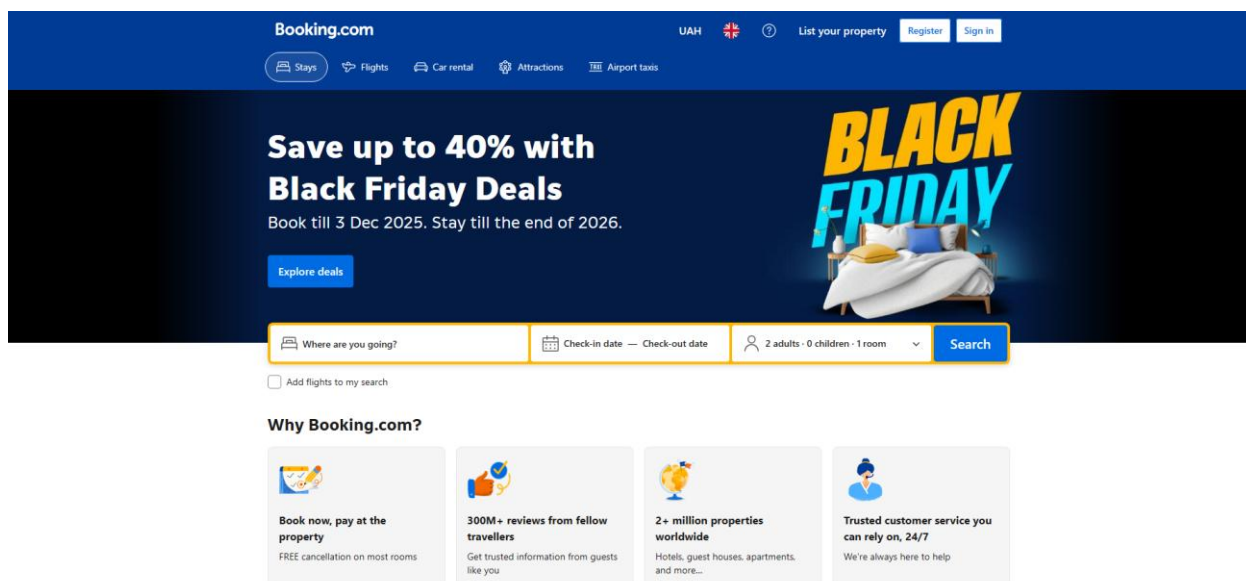


Рис. 1.2. Приклад інтерфейсу користувача глобального агрегатора Booking.com (Industry Standard)

1.2. Аналіз літературних та інформаційних джерел щодо управління ІТ-проектами в туристичній сфері

Розробка та впровадження комплексної веб-платформи для туристичної агенції є складним організаційно-технічним проектом, що вимагає застосування науково обґрунтованих методів управління. Теоретико-методологічну основу дослідження складають фундаментальні праці в галузі управління проектами (Project Management), інженерії програмного забезпечення (Software Engineering) та інформаційного менеджменту. Аналіз наукової літератури дозволяє виявити специфічні особливості ІТ-проектів у туристичній сфері, які визначають вибір управлінського інструментарію та суттєво відрізняють їх від проектів в інших галузях економіки (наприклад, у будівництві чи виробництві).

Першою та найбільш критичною особливістю є функціонування проектів в умовах високого рівня невизначеності зовнішнього середовища, що в сучасній науці управління описується концепцією VUCA (Volatile —

нестабільність, Uncertain — невизначеність, Complex — складність, Ambiguous — неоднозначність), а останнім часом і концепцією VANI (Brittle — крихкість, Anxious — тривожність, Non-linear — нелінійність, Incomprehensible — незбагненність). Туристичний ринок є надзвичайно чутливим до геополітичних конфліктів, економічних коливань валютних курсів, епідеміологічних загроз та природних катаклізмів. Вимоги до функціоналу програмного продукту можуть змінюватися безпосередньо в процесі розробки внаслідок раптових змін у національному законодавстві, введення нових візових правил, санітарних обмежень або оновлення технічних протоколів обміну даними (API) з боку партнерів-туроператорів. Це робить неможливим детальне планування всього проєкту на старті з гарантією незмінності вимог [13].

Другою особливістю є жорстка сезонність попиту та стислі терміни виведення продукту на ринок (Time-to-Market). Туристичний бізнес має чітко виражені піки активності, прив'язані до календарних періодів (літній сезон відпусток, новорічні та травневі свята). Запуск проєкту із запізненням навіть на короткий термін (2–3 тижні) може призвести до втрати актуальності продукту на цілий сезон, втрати значної частки ринку на користь конкурентів та фінансових збитків, які неможливо компенсувати в майбутньому. Це накладає підвищені вимоги до управління розкладом проєкту та дотримання директивних строків [15].

Третьою особливістю є висока архітектурна складність інтеграційних процесів. Сучасна туристична платформа не функціонує як ізольована (standalone) система, а виступає складним системним інтегратором, що в реальному часі об'єднує, нормалізує та синхронізує потоки даних із десятків гетерогенних зовнішніх джерел: глобальних дистрибутивних систем, баз даних туроператорів, банківських платіжних шлюзів, CRM-систем, сервісів IP-телефонії та інструментів маркетингових розсилок. Це вимагає ретельного планування системної архітектури, проактивного управління технічними ризиками сумісності та забезпечення високої відмовостійкості системи [6].

У науковому дискурсі щодо вибору методології управління такими проєктами домінує протиставлення традиційних (предиктивних) та гнучких (адаптивних) підходів. Класична каскадна модель (Waterfall), описана в базових стандартах PMBOK та ISO 21500, передбачає лінійну, послідовну структуру фаз життєвого циклу (аналіз, проєктування, розробка, тестування, впровадження) з чіткою фіксацією вимог, бюджету та строків на етапі ініціації. Цей підхід забезпечує високу прозорість та прогнозованість для замовника, що є критично важливим в умовах фіксованого бюджету. Однак, його головним недоліком в умовах VUCA-середовища є низька гнучкість та неможливість швидкого реагування на зміни вимог без суттєвих бюрократичних процедур узгодження змін (Change Request Management) [41].

Натомість гнучкі методології (Agile, Scrum, Kanban) базуються на принципах ітеративної розробки, постійної взаємодії із замовником та готовності до змін на будь-якому етапі проєкту. Перевагою Agile є швидке постачання цінності через створення мінімально життєздатного продукту (MVP — Minimum Viable Product) та висока якість кінцевого результату завдяки постійному зворотному зв'язку. Проте, в умовах комерційних проєктів з фіксованою ціною (Fixed Price) та жорсткими директивними дедлайнами, Agile несе значні ризики неконтрольованого розростання змісту проєкту (scope creep) та перевищення бюджету через відсутність фіксованого обсягу робіт на старті.

Вітчизняні дослідники, зокрема С.Д. Бушуєв та В.В. Морозов, у своїх фундаментальних працях обґрунтовують необхідність застосування комбінованих, гібридних моделей управління для складних організаційно-технічних систем [23]. Гібридний підхід дозволяє синергетично поєднати переваги обох методологій: дисципліну календарного планування та бюджетного контролю, притаманну каскадній моделі, з гнучкістю, адаптивністю та орієнтацією на створення цінності, що є основою Agile.

Враховуючи вищезазначене, у контексті даної кваліфікаційної роботи пропонується використання саме гібридної методології управління проєктом.

Вона передбачає застосування інструментів структурної декомпозиції робіт (WBS) та жорсткого календарного планування (Gantt Chart) на етапах ініціації, загального планування архітектури та завершення проєкту для забезпечення контролю над стратегічними цілями. Водночас, на етапі безпосереднього створення програмного продукту (фаза реалізації) доцільно використовувати ітеративний підхід (спринти тривалістю 2 тижні) для забезпечення якості коду, регулярного тестування та відповідності продукту очікуванням користувачів. Такий підхід дозволить мінімізувати ризики невизначеності при збереженні повного управлінського контролю над бюджетом проєкту.

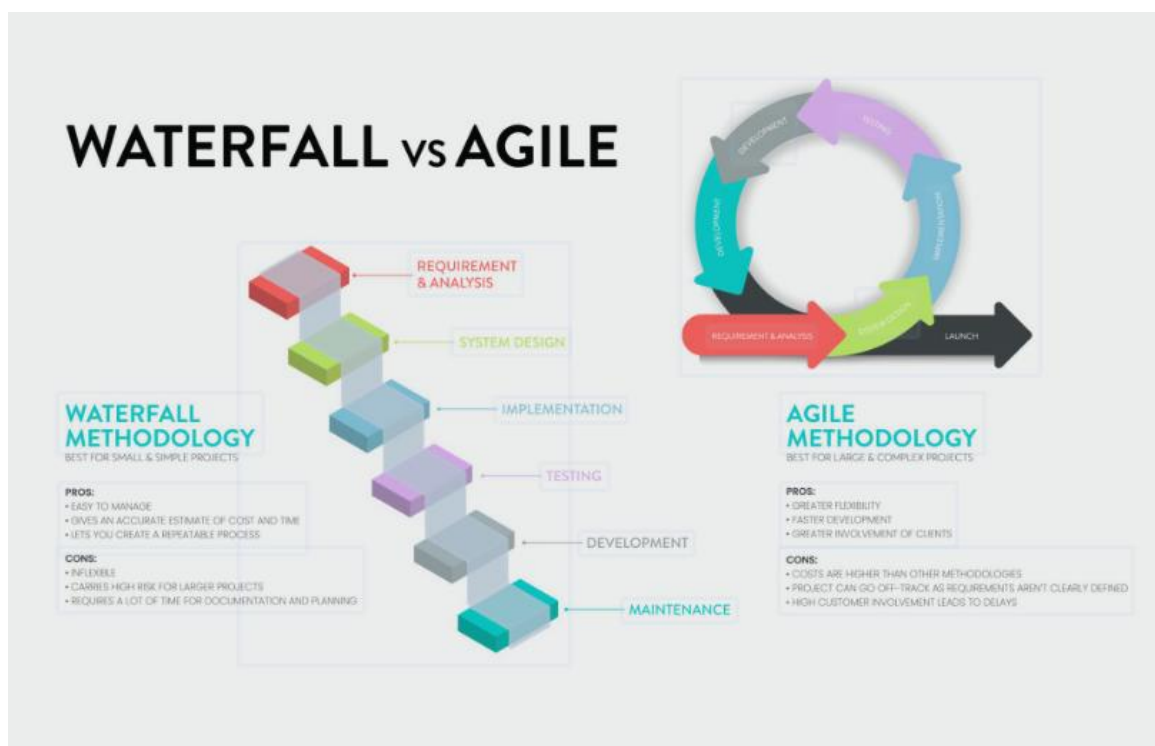


Рис. 1.3. Порівняння каскадної та гнучкої моделей управління життєвим циклом проєкту

1.3. Обґрунтування доцільності створення власної веб-платформи для туристичної агенції та оцінка економічної ефективності

Дослідження фактичного стану проблеми, детальний аналіз бізнес-процесів та обґрунтування необхідності впровадження проєкту проводиться

на матеріалах Товариства з обмеженою відповідальністю «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» (конкретний відокремлений підрозділ/франчайзі у м. Київ). Компанія є одним з визнаних лідерів національного туристичного ринку, функціонує понад 10 років, має стабільну репутацію, сформовану базу лояльних клієнтів та прямі ексклюзивні договори з провідними туроператорами.

Для глибокого розуміння контексту функціонування підприємства та виявлення управлінських проблем було проведено детальний аналіз його організаційної структури та системи управління. Організаційна структура ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» побудована за класичним лінійно-функціональним принципом. Така побудова забезпечує чіткість ієрархії, однозначність підпорядкування та вузьку спеціалізацію підрозділів, що є ефективним у стабільному середовищі, але демонструє суттєві недоліки в умовах необхідності швидких змін та адаптації до вимог цифрового ринку.

На чолі організаційної ієрархії знаходиться Генеральний директор, який здійснює загальне стратегічне керівництво, визначає вектори розвитку та приймає ключові фінансові рішення. Йому безпосередньо підпорядковані керівники функціональних напрямків. Фінансовий блок очолює Головний бухгалтер, який відповідає за ведення бухгалтерського та податкового обліку, звітність та контроль фінансових потоків. Маркетинговий напрямок курує Керівник відділу маркетингу, в зоні відповідальності якого знаходяться рекламна активність, SMM, PR та брендинг.

Ключовим підрозділом, що генерує основний дохід компанії, є Відділ продажів. Структура відділу передбачає поділ менеджерів за напрямками діяльності для забезпечення глибокої продуктової експертизи. Виділено групу менеджерів з масового туризму (напрямки Туреччина, Єгипет, Болгарія), групу з індивідуального та екзотичного туризму (країни Європи, Азії, Америки, океанічні острови) та спеціаліста з візової підтримки та страхування. Загальна чисельність персоналу досліджуваного підрозділу становить 15 осіб. Така структура дозволяє підтримувати високий рівень обслуговування в

офлайн-режимі, проте виявляє ознаки ригідності, бюрократизованості та недостатньої гнучкості при спробах масштабування бізнесу без пропорційного збільшення штату та фонду оплати праці.

Детальний аналіз основного бізнес-процесу обслуговування клієнта у стані "як є" (AS IS) виявив низку критичних недоліків, що стримують розвиток компанії та знижують її ефективність. Процес обробки замовлення характеризується надмірно високою часткою ручної праці. Висококваліфікований менеджер змушений витратити до 40% свого робочого часу на механічну, рутинну роботу: пошук пропозицій у розрізних системах кількох туроператорів, багаторазове дублювання параметрів запиту в різних вікнах браузера, порівняння цін вручну. Формування комерційних пропозицій та комунікація з клієнтом відбуваються у напівручному режимі (копіювання тексту, скріншотів, відправка через месенджери або e-mail), що неминуче призводить до механічних помилок (людський фактор), втрати інформації та затримок у відповіді. Крім того, відсутність інтегрованих на корпоративному сайті платіжних інструментів створює суттєвий бар'єр на етапі закриття угоди: клієнти змушені витратити час на фізичне відвідування офісу або здійснення складних банківських переказів за реквізитами IBAN, що значно знижує конверсію в оплату, особливо у сегменті спонтанних покупок "гарячих" турів [26].

Для об'єктивної, кількісної оцінки ефективності поточної моделі було проаналізовано динаміку ключових показників діяльності компанії за ретроспективний період 2022–2024 років. Результати фінансово-економічного аналізу виявили стійкі негативні тенденції, що загрожують довгостроковій стабільності бізнесу. Спостерігається системне зниження кількості вхідних звернень (лідів) на 11,2%, що є прямим свідченням відтоку клієнтської бази (особливо молодіжної аудиторії) до більш технологічних конкурентів та глобальних онлайн-агрегаторів. Особливе занепокоєння менеджменту викликає зростання частки втрачених клієнтів, які звертаються у неробочий час та вихідні дні (до 18% від загального потоку), що є прямим наслідком

відсутності автоматизованого каналу продажів 24/7. В умовах цифрової економіки та кліпового мислення клієнт не чекає відкриття офісу в понеділок вранці, а купує тур там, де це можливо зробити миттєво.

Поточна ІТ-інфраструктура компанії, що складається з локальної CRM-системи для внутрішнього обліку та засобів ІР-телефонії, вирішує завдання контролю персоналу, але не забезпечує ефективної взаємодії з клієнтом у цифровому просторі. Веб-сайт компанії є морально та технічно застарілим і виконує функцію статичної інформаційної візитівки. Він не інтегрований з базами даних туроператорів, не відображає актуальні ціни та наявність місць у реальному часі, і, як наслідок, не дозволяє здійснити повний цикл покупки без участі менеджера.

Для системного структурування виявленої проблематики та встановлення логічних причинно-наслідкових зв'язків у дослідженні застосовано метод побудови «Дерева проблем». У якості центральної проблеми, що становить ключову загрозу сталому розвитку бізнесу, визначено зниження конкурентоспроможності компанії та втрату ринкової частки в умовах стрімкої цифровізації економіки. Аналіз причин виникнення цього стану (коріння дерева) дозволив виявити трирівневу структуру проблем, де базовими факторами виступають технологічне відставання ІТ-інфраструктури, низька ефективність бізнес-процесів та обмежена доступність сервісу. Ці фактори, у свою чергу, зумовлені відсутністю власної веб-платформи з модулем онлайн-бронювання та інтеграції з АРІ туроператорів, надмірно високою часткою ручної праці персоналу при оформленні документів, а також неможливістю здійснення миттєвих оплат та втратою звернень у неробочий час. Проекція проблеми у майбутнє формує розгалужену систему наслідків (крону дерева), яка еволюціонує від операційних втрат до стратегічних загроз. Зокрема, безпосереднє погіршення фінансових показників та зниження якості сервісу призводять до системного зменшення чистого прибутку, зростання вартості залучення клієнта (CAC) та неможливості масштабування бізнесу, що у довгостроковій перспективі

створює реальну небезпеку витіснення компанії з ринку глобальними конкурентами та загрозу банкрутства.



Рис. 1.4. Дерево проблем

Логічним завершенням етапу діагностики проблеми є побудова «Дерева цілей», яке виступає інструментом дзеркальної трансформації ідентифікованих негативних станів у систему позитивних орієнтирів та стратегічних завдань. Генеральною метою проєкту визначено підвищення конкурентоспроможності та ринкової частки компанії шляхом здійснення комплексної цифрової трансформації бізнесу. Декомпозиція цієї мети реалізована за чотирма ключовими напрямками, що забезпечують системний підхід до вирішення виявлених проблем. Технологічний розвиток передбачає створення сучасної веб-платформи та її інтеграцію з API туроператорів і платіжними системами, що ліквідує технічне відставання. Напрямок

оптимізації процесів фокусується на впровадженні алгоритмів автоматичного пошуку турів та генерації документів, що дозволить мінімізувати ручну працю персоналу. Для покращення сервісу заплановано реалізацію модуля онлайн-бронювання та особистого кабінету, що забезпечить доступність послуг у режимі 24/7. Окремим критично важливим вектором визначено забезпечення ефективного управління проектом, що включає розробку детальної планувальної документації, формування кваліфікованої команди та впровадження процедур управління ризиками, гарантуючи тим самим досягнення запланованих результатів у межах бюджету та директивних строків.



Рис. 1.5. Дерево цілей проекту створення веб-платформи

На основі проведеного стратегічного аналізу було обґрунтовано вибір стратегії власної розробки унікального програмного продукту, на відміну від використання готових шаблонних рішень (SaaS). Це дозволить створити унікальну ціннісну пропозицію, забезпечити повну незалежність від сторонніх вендорів, захистити клієнтську базу та капіталізувати інвестиції у вигляді нематеріального активу компанії. Для підтвердження економічної доцільності інвестиційного рішення проведено розрахунок ключових фінансових показників. При запланованому бюджеті проекту в розмірі 3 900 000 грн та

консервативному прогнозі зростання чистого прибутку за рахунок ефекту масштабу та автоматизації, розрахунковий термін окупності інвестицій (Payback Period) становить 1,3 роки, а показник рентабельності інвестицій (ROI) за три роки експлуатації перевищує 90% [22].

Отримані результати свідчать про високу інвестиційну привабливість проєкту та прийнятний рівень фінансового ризику для власників бізнесу.

1.4. Постановка задачі дослідження та формування технічного завдання у вигляді паспорту проєкту

Проведене у першому розділі комплексне аналітичне дослідження дозволило сформулювати чітку постановку науково-прикладної задачі кваліфікаційної роботи. Наукова задача полягає у розробці та обґрунтуванні комплексної системи управління проєктом створення веб-платформи, яка б враховувала специфіку туристичної галузі, забезпечувала безшовну інтеграцію гетерогенних інформаційних систем та гарантувала досягнення стратегічних бізнес-цілей в умовах обмежених часових та фінансових ресурсів замовника.

Для формалізації вимог до майбутнього продукту та фіксації основних управлінських параметрів проєкту розроблено Паспорт проєкту. Цей документ є основним на етапі ініціації, оскільки він узгоджує очікування замовника з можливостями проєктної команди, визначає мету, продукт, критерії успіху, бюджетні обмеження, директивні строки та основні ризики проєкту. Він фактично виконує роль «конституції» проєкту, створюючи єдине інформаційне поле для всіх зацікавлених сторін та мінімізуючи ризики виникнення семантичних розривів у розумінні кінцевого результату. Окрім того, затверджений паспорт слугує офіційним дозволом на використання організаційних ресурсів та стає базовою лінією (baseline) для подальшого моніторингу, дозволяючи керівнику проєкту чітко відстежувати будь-які

відхилення від запланованих показників ефективності на етапах реалізації. Структура паспорту розроблена відповідно до рекомендацій стандарту РМВОК та адаптована до потреб конкретного бізнесу (Табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Паспорт проєкту "Travel-Online"

Параметр	Характеристика
Назва проєкту	Розробка та впровадження веб-платформи онлайн-бронювання туристичних послуг "Travel-Online"
Замовник	Генеральний директор ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» (Київська філія)
Керівник проєкту	Пасічник Андрій Сергійович
Мета проєкту	Створити високотехнологічну веб-платформу, що забезпечить повну автоматизацію циклу продажу турів (від пошуку до оплати та видачі документів), що дозволить збільшити обсяг онлайн-продажів на 30% протягом першого року експлуатації та забезпечити ROI не нижче 90% за 3 роки.
Продукт проєкту	Продукт проєкту являє собою комплексну веб-платформу на базі клієнт-серверної архітектури. Система складається з адаптивної клієнтської частини (Frontend), серверного ядра (Backend), бази даних та адміністративної панелі. Функціональна структура включає модуль інтеграції з API туроператорів для синхронізації даних, пошукову систему з гнучкими фільтрами, модуль транзакційного бронювання, платіжний шлюз для онлайн-оплати та особистий кабінет користувача.

Параметр	Характеристика
Основні вимоги	<ul style="list-style-type: none"> - Інтеграція: Обмін даними з провідними туроператорами (Join UP!, TUI та ін.). - Продуктивність: Відгук до 3 с при 1000 користувачів. - Безпека: Відповідність стандартам PCI DSS та GDPR. - Адаптивність: Повна мобільна адаптація (Mobile First).
Критерії успіху	<ul style="list-style-type: none"> - Запуск MVP (Minimal Viable Product) у промислову експлуатацію через 6 місяців після старту. - Відхилення від затвердженого бюджету не перевищує 10%. - Відсутність критичних помилок (Critical Bugs) на момент запуску. - Позитивні результати навантажувального тестування та UAT (User Acceptance Testing).
Бюджет проєкту	3 900 000 грн (розробка, ПЗ, інфраструктура, маркетинг).
Директивні строки	6 місяців (24 тижні) з моменту затвердження Статуту проєкту.
Основні ризики	Ідентифіковано технічні (збої API, архітектурні помилки), організаційні (зрив строків, зміна вимог) та ринкові ризики (конкуренція, законодавчі зміни, форс-мажор).

Представлений вище Паспорт проєкту є ключовим документом етапу ініціації, який фіксує базові домовленості між усіма зацікавленими сторонами та визначає стратегічний вектор реалізації проєкту. Назва "Travel-Online" обрана не випадково, оскільки вона лаконічно відображає основну ідею цифрової трансформації бізнесу — перенесення традиційних офлайн-послуг у площину онлайн-взаємодії.

Формулювання мети проєкту базується на принципах SMART, що забезпечує її конкретність, вимірюваність, досяжність, актуальність та визначеність у часі. Головним критерієм успіху визначено не просто технічний запуск платформи, а досягнення конкретного економічного ефекту у вигляді збільшення обсягу онлайн-продажів на 30% протягом першого року експлуатації. Такий показник є амбітним, проте цілком реалістичним, враховуючи поточну низьку базу онлайн-продажів компанії та загальносвітові тренди зростання ринку e-travel. Додатковим фінансовим орієнтиром виступає показник ROI на рівні 90% за три роки, що підтверджує високу інвестиційну привабливість проєкту та гарантує швидке повернення вкладених коштів.

Розподіл ролей у проєкті чітко регламентований для забезпечення ефективного управління та уникнення конфлікту інтересів. Замовник в особі Генерального директора виступає спонсором проєкту, який приймає стратегічні рішення та забезпечує фінансування, тоді як Керівник проєкту несе персональну відповідальність за оперативне управління, дотримання графіку робіт, бюджету та контроль якості кінцевого продукту.

Продуктова архітектура системи спроектована як трирівнева модель, що включає клієнтську частину (Frontend), серверну частину (Backend) та базу даних. Клієнтська частина розробляється з пріоритетом на мобільні пристрої (Mobile First), оскільки аналітика показує, що понад 70% трафіку в туризмі генерується зі смартфонів. Серверна частина відповідає за бізнес-логіку, обробку запитів та інтеграцію із зовнішніми системами. База даних забезпечує надійне зберігання інформації про користувачів, замовлення та контент. Адміністративна панель створюється як інструмент для внутрішнього

користування, що дозволить менеджерам керувати системою без необхідності залучення технічних спеціалістів.

Критично важливою вимогою є інтеграція з API провідних туроператорів, таких як Join UP!, TUI, Coral Travel та Anex Tour. Це забезпечить автоматичну актуалізацію цін та наявності місць, що є ключовою перевагою перед статичними сайтами-візитками. Обмеження часу відповіді системи у 3 секунди продиктоване дослідженнями поведінки користувачів, які свідчать про те, що триваліше очікування призводить до втрати значної частини аудиторії.

Вимоги до безпеки, зокрема відповідність стандарту PCI DSS, є обов'язковими для підключення інтернет-еквайрингу та забезпечення захисту фінансових транзакцій клієнтів. Це гарантує довіру користувачів до платформи та мінімізує ризики шахрайства.

Бюджет проєкту у розмірі 3 900 000 грн розрахований на основі детального аналізу ринкової вартості послуг з розробки програмного забезпечення. Лєвова частка витрат, а саме близько 65%, спрямовується на оплату праці висококваліфікованої команди розробників, тестувальників, дизайнерів та менеджерів протягом шести місяців. Решта коштів передбачена для покриття витрат на ліцензії, оренду серверної інфраструктури, забезпечення інформаційної безпеки та проведення маркетингової кампанії на етапі запуску. Такий рівень фінансування є необхідним для створення якісного, конкурентоспроможного продукту, здатного витримувати високі навантаження.

Директивний строк реалізації проєкту встановлено на рівні 6 місяців, що обумовлено сезонністю туристичного бізнесу. Старт робіт у період низького сезону дозволить підготувати платформу до пікових навантажень літнього періоду, коли попит на туристичні послуги є найвищим. Цей термін включає всі фази життєвого циклу проєкту: від збору та аналізу вимог до фінального тестування, навчання персоналу та введення системи в промислову

експлуатацію.

Управління ризиками передбачає комплекс заходів для мінімізації впливу негативних факторів. Технічні ризики, пов'язані зі складністю інтеграції різнорідних API, будуть нівельовані шляхом ретельного проєктування архітектури та створення проміжних шлюзів. Організаційні ризики, такі як хвороба або звільнення ключових співробітників, мінімізуються завдяки дублюванню компетенцій у команді та веденню детальної проєктної документації. Ринкові ризики, зокрема можливі зміни законодавства або поява нових конкурентів, враховуються шляхом закладення гнучкості в архітектуру системи, що дозволить швидко адаптувати її до нових умов ведення бізнесу.

Таким чином, перший розділ роботи формує фундаментальне теоретико-прикладне підґрунтя для подальшої реалізації проєкту, чітко визначаючи стратегічні вектори розвитку. Проведений системний аналіз дозволив виявити глобальні тренди цифровізації та локалізувати критичні проблеми діяльності конкретної агенції, пов'язані з домінуванням ручних операцій та відсутністю ефективних каналів онлайн-продажів, що створюють суттєві бар'єри для її масштабування. Економічне обґрунтування у поєднанні з вибором адаптивної гібридної методології, яка дозволяє ефективно балансувати між гнучкістю розробки та контролем ресурсів, підтвердило стратегічну життєздатність ідеї. Розробка Паспорта проєкту та формалізація вимог дозволили зафіксувати межі продукту, мінімізувати ризики невизначеності та створити надійну дорожню карту для переходу до етапів математичного моделювання, архітектурного проєктування і безпосередньої програмної розробки, що будуть детально висвітлені в наступних розділах та складуть основу практичної реалізації системи.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Розробка концептуальної моделі інформаційної системи веб-платформи

Проектування складних програмних комплексів, до класу яких, безумовно, належить веб-платформа онлайн-бронювання туристичних послуг, вимагає застосування системного підходу та ретельного попереднього аналізу предметної області. Розробка концептуальної моделі виступає фундаментальним етапом у життєвому циклі створення інформаційної системи, оскільки саме вона забезпечує необхідний перехід від абстрактного бачення потреб користувачів та бізнес-вимог, сформульованих у першому розділі кваліфікаційної роботи, до конкретних архітектурних та технічних рішень. Основною метою цього етапу є створення цілісного, логічно завершеного та несуперечливого уявлення про майбутню систему, яке б чітко визначало її межі, ключові компоненти, інформаційні об'єкти та принципи їхньої взаємодії у просторі та часі. Така модель слугує універсальною мовою комунікації, зрозумілою як для замовника, що мислить категоріями бізнес-цілей та економічної ефективності, так і для команди розробників, яка оперує технічними термінами та алгоритмами. Це дозволяє мінімізувати семантичний розрив між вимогами бізнесу та їх реалізацією, знизити ризики неправильної інтерпретації завдань та виявити потенційні логічні колізії ще на ранніх стадіях проектування, коли вартість їх виправлення є мінімальною [10].

У контексті даного дослідження веб-платформа "Travel-Online" розглядається як складна відкрита соціотехнічна система, що функціонує в надзвичайно динамічному інформаційному середовищі глобального туристичного ринку. Її архітектурна та функціональна складність обумовлена необхідністю інтеграції та синхронізації різномірних інформаційних потоків, які відрізняються за своєю природою, структурою та частотою оновлення.

Система повинна одночасно обробляти відносно статичні дані, такі як описи готелів, країн та курортів, та високодинамічні дані, що змінюються в режимі реального часу, зокрема ціни на авіаквитки, наявність вільних місць у готелях та курси валют. Окрім того, платформа повинна забезпечувати безперебійну, безпечну та ефективну взаємодію трьох ключових груп користувачів: кінцевих споживачів послуг (клієнтів), внутрішнього персоналу (менеджерів туристичної агенції) та зовнішніх постачальників послуг (туроператорів, глобальних систем дистрибуції). Для системного та всебічного опису функціонування платформи доцільно застосувати методологію структурного аналізу, розглядаючи систему як "чорну скриньку" з подальшою декомпозицією на входи, внутрішні процеси перетворення інформації, виходи, керуючі впливи та механізми зворотного зв'язку.

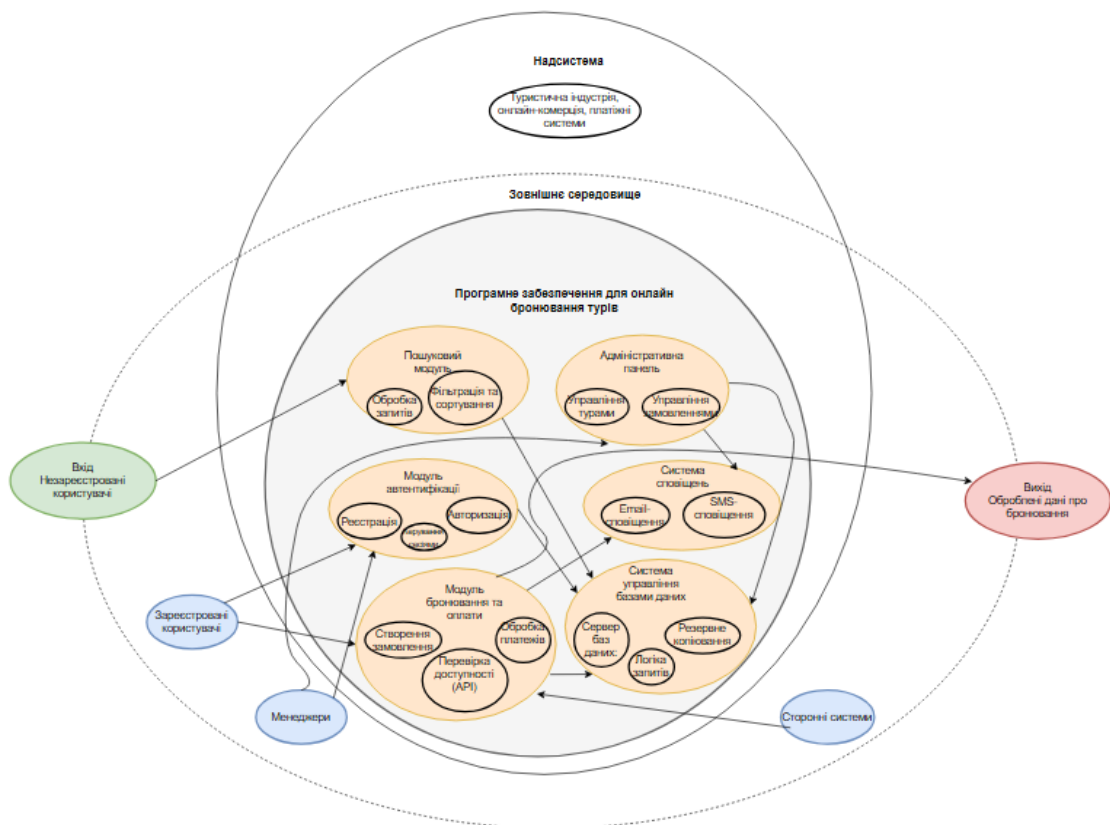


Рис. 2.1. Концептуальна модель функціонування веб-платформи

Центральним елементом розробленої концептуальної моделі є суб'єкти системи, кожен з яких відіграє унікальну роль у процесі створення, розподілу

та споживання туристичного продукту. Першим ключовим суб'єктом виступає незареєстрований користувач, або гість, який представляє собою потенційного клієнта з невизначеними потребами. Його взаємодія з системою на початковому етапі обмежується ознайомленням з публічним контентом, що включає каталог турів, довідкову інформацію про країни та курорти, новини компанії та акційні пропозиції. Головною метою системи на цьому рівні взаємодії є залучення уваги гостя, утримання його на сайті та конвертація у зареєстрованого користувача. Це досягається шляхом надання зручних, інтуїтивно зрозумілих інструментів пошуку, фільтрації та порівняння турів, які дозволяють користувачеві швидко знайти релевантну пропозицію без необхідності негайної реєстрації. Інтерфейс для цієї категорії користувачів проєктується з акцентом на простоту навігації та візуальну привабливість, щоб мінімізувати когнітивне навантаження та бар'єр входу.

Після проходження процедури реєстрації та автентифікації користувач набуває якісно нового статусу — клієнта, що відкриває йому доступ до повного функціоналу платформи та персоналізованих сервісів. Клієнт отримує можливість не лише переглядати інформацію, а й ініціювати транзакційні бізнес-процеси, такі як бронювання турів, здійснення безпечної онлайн-оплати, управління своїми замовленнями через особистий кабінет, зберігання історії подорожей та електронних документів. Система автоматично створює та підтримує цифровий профіль клієнта, де накопичується історія його активності, вподобань, пошукових запитів та попередніх замовлень. Наявність такої бази знань дозволяє в подальшому реалізувати складні механізми персоналізації пропозицій, впровадити програми лояльності та інструменти таргетованого маркетингу, що безпосередньо впливає на підвищення рівня задоволеності клієнта (Customer Satisfaction) та його довіри до сервісу.

Третім важливим суб'єктом системи є менеджер туристичної агенції, який виконує функції адміністратора та оператора, забезпечуючи підтримку бізнес-процесів зсередини. Його роль є багатогранною і включає забезпечення актуальності та якості контенту на сайті, модерацію відгуків користувачів для

підтримки репутації, обробку складних або нестандартних запитів, які не можуть бути вирішені автоматично, а також контроль за виконанням замовлень на всіх етапах життєвого циклу. Менеджер використовує спеціалізований захищений інтерфейс — адміністративну панель, яка надає широкий набір інструментів для управління бізнес-процесами, моніторингу продажів у реальному часі, формування аналітичної звітності та оперативної комунікації з клієнтами без необхідності безпосереднього втручання в програмний код системи або базу даних.

Окремим, критично важливим нелюдським суб'єктом, без якого функціонування платформи у сучасному розумінні є неможливим, виступають зовнішні інформаційні системи туроператорів. Взаємодія з ними відбувається в автоматичному режимі через стандартизовані програмні інтерфейси (API), що забезпечує високу швидкість обміну даними. Саме від туроператорів до системи надходить первинна, найбільш актуальна інформація про доступність турів, поточні ціни, розклади авіарейсів, наявність місць у готелях та умови ануляції бронювань. Веб-платформа у цьому контексті виступає в ролі інтелектуального посередника та агрегатора, який в реальному часі збирає ці розрізнені, часто різноформатні дані з багатьох джерел, уніфікує їх, приводить до єдиного стандарту даних та надає кінцевому користувачеві у зручному, структурованому вигляді, повністю приховуючи від нього технічну складність внутрішніх процесів інтеграції.

Взаємодія всіх визначених суб'єктів у системі відбувається навколо ключових інформаційних сутностей, які моделюють об'єкти реального світу та зв'язки між ними. Центральною сутністю є Тур, який виступає базовою одиницею обліку та продажу. Це комплексний об'єкт, що об'єднує в собі набір взаємопов'язаних послуг: авіапереліт, проживання в готелі, трансфер та медичне страхування. Тур характеризується набором статичних атрибутів, таких як опис та фотографії, і динамічних параметрів, таких як ціна та доступність, що постійно оновлюються. Іншою важливою сутністю є Бронювання, яке фіксує юридичний та економічний факт укладання угоди між

клієнтом та агенцією. Ця сутність має власний життєвий цикл, що відображає етапи обробки замовлення від моменту створення до повного виконання або скасування. Сутності Користувач та Платіж є допоміжними, але необхідними елементами моделі, що забезпечують ідентифікацію суб'єктів, персоналізацію сервісу, безпеку доступу та точний фінансовий облік транзакцій відповідно до вимог законодавства.

Життєвий цикл функціонування розроблюваної системи можна представити як безперервний, циклічний процес перетворення вхідних потоків даних у вихідні інформаційні продукти та послуги. Входами системи є різноманітні сигнали та дані, що ініціюють внутрішні процеси. До них належать пошукові запити користувачів, що містять критерії вибору туру (країна, дати, бюджет, кількість осіб), постійні потоки даних від туроператорів про оновлення цін, квот та стоп-сейлів, керуючі впливи менеджерів щодо налаштування параметрів системи та курсу валют, а також сигнали від платіжних систем про статус фінансових транзакцій. Внутрішні процеси системи забезпечують складну логіку обробки та перетворення цієї інформації. Це включає агрегацію та нормалізацію даних від різних джерел, виконання оптимізованих алгоритмів пошуку та фільтрації для підбору найбільш релевантних пропозицій, перевірку доступності турів у реальному часі перед бронюванням для уникнення овербукінгу, проведення та верифікацію фінансових транзакцій, а також генерацію необхідних документів та сповіщень.

Виходами системи є кінцеві результати, які отримують користувачі та зовнішні системи. Для клієнта це сформовані веб-сторінки з результатами пошуку та детальною інформацією про тури, а також електронні документи, такі як ваучери, авіаквитки, договори на туристичне обслуговування та страхові поліси. Для зовнішніх систем виходами є автоматичні запити на бронювання послуг, що передаються через API. Для менеджменту компанії система генерує аналітичні звіти та дашборди, що дозволяють оцінювати ефективність бізнесу. Важливим аспектом розробленої концептуальної моделі є визначення обмежень, в рамках яких повинна функціонувати система. До них належать

жорсткі вимоги до продуктивності, що гарантують комфортну роботу користувача навіть при високих навантаженнях, вимоги до інформаційної безпеки, що забезпечують захист персональних даних клієнтів та фінансової інформації відповідно до міжнародних стандартів, а також вимоги до надійності та доступності сервісу в режимі 24/7. Крім того, система повинна мати вбудовані механізми адаптації до змін у зовнішньому середовищі, що реалізуються через контури зворотного зв'язку. Прямий зворотний зв'язок забезпечується через систему відгуків та рейтингів, які впливають на репутацію об'єктів у системі, тоді як непрямий зворотний зв'язок базується на інтелектуальному аналізі поведінкових даних користувачів, що дозволяє менеджерам оптимізувати асортиментну та цінову політику компанії [17].

Таким чином, розроблена концептуальна модель створює цілісне, системне бачення майбутньої веб-платформи "Travel-Online", визначає її структуру, межі, основні компоненти та принципи їхньої взаємодії. Вона є необхідним та надійним фундаментом для подальшої деталізації вимог, проєктування логічної та фізичної структури бази даних, розробки архітектури програмного забезпечення та реалізації бізнес-логіки, забезпечуючи узгодженість дій усіх учасників проєкту та гарантуючи відповідність кінцевого продукту стратегічним бізнес-цілям замовника.

2.2. Формалізація математичних моделей основних бізнес-процесів платформи

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується експоненційним зростанням складності програмних систем, що висуває підвищені вимоги до якості їх проєктування та реалізації. У контексті створення веб-платформи «Travel-Online», яка покликана автоматизувати критично важливі бізнес-процеси туристичної агенції, етап математичної формалізації набуває особливого значення та виходить на перший план у загальній структурі проєктування. Він виступає не просто проміжною ланкою

між формулюванням вимог та написанням програмного коду, а є тим фундаментом, що забезпечує логічну цілісність, надійність та передбачуваність роботи майбутньої системи в умовах високого навантаження та невизначеності зовнішнього середовища. Туристичний бізнес за своєю природою оперує величезними масивами динамічних даних, де ціна, наявність місць та умови надання послуг можуть змінюватися щохвилини, тому спроба побудувати систему без чіткого математичного каркасу неминуче призвела б до виникнення критичних помилок, фінансових втрат та неможливості масштабування продукту в майбутньому.

Розробка математичних моделей є необхідним етапом проектування складних інформаційних систем, оскільки це єдиний надійний спосіб усунути неоднозначність вимог та створити чіткий алгоритмічний базис для подальшої програмної реалізації. Вербальний опис функціоналу, зафіксований у технічному завданні, паспорті проєкту або отриманий під час інтерв'ю із зацікавленими сторонами, часто містить приховані протиріччя, логічні прогалини або неточності, які можуть бути по-різному інтерпретовані різними учасниками команди розробки — від бізнес-аналітиків до програмістів та тестувальників. Використання формальної мови математики, що базується на аксіоматиці та суворих правилах виведення, дозволяє нівелювати цей ризик, надаючи однозначне визначення кожному процесу, об'єкту, стану та події в системі. У цьому контексті етап формалізації виступає сполучною ланкою, своєрідним «перекладачем» між вербальним описом бізнес-вимог, зрозумілим замовнику, та безпосереднім написанням програмного коду, трансформуючи абстрактні побажання та бізнес-цілі в суворі алгоритмічні конструкції, придатні для автоматизованого виконання обчислювальними машинами [30].

Використання математичного апарату дозволяє розробникам та архітекторам системи абстрагуватися від конкретних технологічних інструментів і зосередитися на самій сутності логіки функціонування системи, що є критично важливим для забезпечення її надійності та довгострокової масштабованості. Технологічний стек, що включає мови програмування,

фреймворки, системи управління базами даних, може змінюватися з часом під впливом нових трендів або під дією нових технічних вимог, тоді як математична модель, що описує сутність бізнес-процесів, залишається інваріантною відносно засобів реалізації. Це забезпечує довгострокову цінність розроблених рішень та значно спрощує процес міграції системи на нові платформи в майбутньому, оскільки алгоритмічне ядро залишається незмінним. Більше того, математичний опис дозволяє проводити верифікацію та валідацію алгоритмів ще до їх фізичної програмної реалізації, що суттєво знижує вартість виправлення помилок, які, будучи виявленими на пізніх стадіях розробки або в процесі експлуатації, могли б призвести до значних витрат ресурсів на рефакторинг коду.

Процес формалізації бізнес-процесів веб-платформи «Travel-Online» базується на використанні потужного інструментарію теорії множин, математичної логіки, теорії графів та скінченних автоматів. Такий комплексний підхід дозволяє описати динаміку системи, правила обробки даних та складну взаємодію основних сутностей [25]. Теорія множин надає необхідний базис для класифікації об'єктів системи, таких як користувачі, тури, бронювання, платежі, а також для визначення їхніх властивостей та відношень між ними. Математична логіка, своєю чергою, дозволяє формалізувати умови виконання бізнес-правил, переходи між станами системи та алгоритми прийняття рішень, перетворюючи розгалужені сценарії поведінки користувачів у чіткі послідовності дій. Такий підхід забезпечує системність та структурованість опису, що є необхідною умовою для побудови надійної архітектури програмного забезпечення, особливо в частині проєктування реляційної бази даних та розробки API-інтерфейсів.

Застосування моделювання на ранніх етапах життєвого циклу проєкту дозволяє виявити потенційні колізії в алгоритмах, оптимізувати структуру бази даних та чітко визначити вхідні й вихідні параметри для кожного функціонального модуля. Наприклад, формалізація процесу бронювання дозволяє чітко визначити момент блокування слота, тобто конкретного місця

в турі, що запобігає виникненню ситуації «овербукінгу», коли на одне місце претендують декілька користувачів одночасно, що є критично важливим для репутації сервісу. Крім того, математичний опис є основою для розробки тестових сценаріїв, що гарантує відповідність кінцевого продукту очікуванням замовника. Маючи формальну модель, QA-інженери отримують можливість розробити вичерпний набір тест-кейсів, які покривають усі можливі варіанти поведінки системи, включаючи граничні умови та виняткові ситуації, що значно підвищує якість кінцевого програмного продукту.

У межах даного дослідження було виділено та піддано математичній формалізації чотири ключові бізнес-процеси, які складають функціональне ядро платформи та визначають її конкурентоспроможність на ринку туристичних послуг. Першим і, безперечно, найважливішим процесом з точки зору взаємодії з користувачем є пошук та фільтрація туристичних продуктів. Цей процес є точкою входу для більшості відвідувачів сайту, і саме від його ефективності, швидкості та релевантності результатів залежить перше враження користувача та ймовірність конверсії його у реального клієнта. З математичної точки зору задача пошуку трансформується у задачу вибірки підмножини елементів із загальної множини доступних об'єктів, що задовольняють певному набору предикатів. Загальна множина турів розглядається як динамічна сукупність векторів, де кожен вектор описує окремий туристичний продукт через набір атрибутів, таких як країна, ціна, категорія готелю, дата вильоту, тип харчування тощо. Користувацький запит формалізується як система обмежень, що накладаються на ці атрибути. Алгоритм фільтрації реалізує логічну кон'юнкцію цих обмежень, послідовно відсіюючи об'єкти, що не відповідають критеріям. Окрім простої фільтрації, модель включає елементи сортування та ранжування, що дозволяє впорядковувати результати вибірки за ступенем їх відповідності запиту або за іншими критеріями, такими як ціна чи популярність. Важливим аспектом цієї моделі є її гнучкість, що дозволяє додавати нові параметри фільтрації без необхідності докорінної зміни алгоритму, забезпечуючи тим самим

адаптивність системи до змін на ринку.

Другим критично важливим процесом є бронювання послуг з перевіркою доступності. Це найбільш складний транзакційний процес у системі, що вимагає забезпечення цілісності даних (ACID), атомарності операцій та синхронізації із зовнішніми системами туроператорів у режимі реального часу. Складність полягає в тому, що інформація про наявність місць є високодинамічною: те, що було доступно секунду тому, може бути вже заброньовано іншим агентом. Математична модель цього процесу базується на понятті транзакції та станів системи. Вводиться функція перевірки доступності, яка виступає необхідною умовою для ініціації процесу створення замовлення. Ця функція оперує даними, отриманими через API зовнішніх постачальників, порівнюючи наявну кількість вільних слотів із запитуваною кількістю місць. Лише у випадку, коли результат цієї функції є істинним, система переходить до наступного кроку — створення нового об'єкта бронювання та додавання його до множини існуючих замовлень. Формалізація цього процесу дозволяє чітко описати життєвий цикл замовлення як перехід між станами скінченного автомата (від «нового» до «оплаченого» або «скасованого»), визначаючи умови та тригери для кожного переходу. Це дозволяє уникнути конфліктів доступу до спільних ресурсів, гарантувати коректність фіксації замовлень та забезпечити надійність фінансових операцій.

Третім аспектом, що підлягає формалізації, є розрахунок динамічної вартості туру. Ціноутворення в туристичній сфері залежить від величезної кількості змінних факторів: сезонності, завантаженості готелів, курсових коливань валют, політики туроператорів щодо знижок для різних вікових категорій, а також вибору додаткових послуг. Ручний розрахунок вартості, притаманний традиційним агенціям, є джерелом частих помилок та затримок в обслуговуванні. Математична модель дозволяє автоматизувати цей процес, представивши фінальну вартість як функцію від багатьох змінних. Базова формула враховує вартість проживання та перельоту для дорослих, застосовує

знижувальні коефіцієнти для дітей різних вікових груп (інфанти, діти до 12 років), додає вартість обраних додаткових послуг (страхування, трансфер, екскурсії) та враховує можливі маркетингові знижки або націнки. Формалізація правил розрахунку дозволяє реалізувати механізм миттєвого перерахунку ціни при зміні будь-якого параметру замовлення користувачем, що забезпечує повну прозорість фінансових взаємовідносин та виключає можливість маніпуляцій або помилок з боку персоналу. Крім того, така модель легко інтегрується з платіжними шлюзами, передаючи точну суму до списання.

Четвертим важливим компонентом є формування рейтингу на основі відгуків користувачів. В епоху цифрової економіки система соціального доказу, що базується на відгуках та оцінках інших споживачів, є потужним інструментом маркетингу та фактором, що суттєво впливає на прийняття рішення про покупку. Однак прості системи відгуків вразливі до маніпуляцій, накруток та суб'єктивізму. Формалізація алгоритму розрахунку рейтингів дозволяє створити об'єктивну систему оцінювання якості послуг. Модель базується на агрегації індивідуальних оцінок, отриманих від користувачів, з використанням статистичних методів (середнє арифметичне, зважене середнє). Ключовим елементом моделі є введення обмежень на множину вхідних даних: участь у формуванні рейтингу можуть брати лише ті оцінки, які надійшли від верифікованих користувачів, що фактично скористалися послугою. Це дозволяє відфільтрувати спам та недостовірну інформацію. Математична модель також передбачає можливість врахування фактору часу, надаючи більшу вагу свіжим відгукам, що дозволяє відображати актуальний стан якості послуг готелю чи перевізника. Результати роботи цієї моделі використовуються як вхідні дані для алгоритмів сортування та фільтрації, замикаючи таким чином цикл інформаційної взаємодії в системі.

Таким чином, розроблені та детально описані в цьому розділі математичні моделі є не просто теоретичними абстракціями, відірваними від реальності, а дієвим практичним інструментом, що забезпечує якість,

надійність та ефективність майбутньої веб-платформи «Travel-Online». Вони слугують надійним мостом між абстрактними бізнес-вимогами та конкретною технічною реалізацією, гарантуючи, що створений програмний продукт повною мірою відповідатиме потребам туристичної агенції та очікуванням її клієнтів. Використання формалізованого підходу дозволяє мінімізувати ризики розробки, скоротити час виведення продукту на ринок та створити гнучку архітектуру, здатну до подальшого розвитку та адаптації в умовах динамічного ринкового середовища. Кожна з наведених моделей є самодостатньою, але водночас вони тісно інтегровані між собою, утворюючи єдиний логічний простір функціонування системи, де вихідні дані одного процесу стають вхідними даними для іншого, забезпечуючи безперервність та узгодженість бізнес-процесів онлайн-бронювання. Детальний аналіз кожної з моделей розкриває внутрішню логіку роботи системи та демонструє, яким чином математичні методи допомагають вирішувати прикладні задачі бізнесу, підвищуючи його ефективність та прибутковість.

2.2.1. Математична модель пошуку та фільтрації туристичних продуктів

У сучасних системах електронної комерції, до яких належить і розроблювана веб-платформа, підсистема пошуку та фільтрації виступає критично важливим компонентом, що безпосередньо визначає якість користувацького досвіду та конверсію відвідувачів у покупців. Задача пошуку релевантного туристичного продукту з математичної точки зору зводиться до операції вибірки підмножини об'єктів з загальної бази даних, які задовольняють набір критеріїв, заданих користувачем. В умовах великого обсягу даних, характерного для туристичної сфери, де кількість активних пропозицій може обчислюватися мільйонами записів, ефективність алгоритму пошуку безпосередньо впливає на швидкість відгуку системи та задоволеність

користувача.

Процес пошуку в туристичній сфері має низку специфічних особливостей, що відрізняють його від класичного текстового пошуку. По-перше, це висока структурованість даних: кожен тур описується чітким набором атрибутів (країна, готель, дата, харчування). По-друге, це необхідність роботи з різномірними типами даних: кількісними, категоріальними, логічними та геопросторовими. По-третє, це динамічність контенту: доступність турів та їх ціни змінюються в режимі реального часу. Тому процес пошуку не є тривіальним порівнянням рядків, а являє собою багатокритеріальну оптимізацію, де система повинна врахувати численні параметри: від географічного розташування до специфічних вимог щодо сервісу готелю.

Для формалізації процесу введемо базові множини. Нехай T — множина всіх наявних у системі турів, що включає як активні пропозиції від туроператорів, так і сформовані пакети послуг, які доступні для бронювання на момент запиту:

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\} \quad (2.1)$$

де n — загальна кількість турів у базі даних.

Ця множина є динамічною, оскільки нові тури постійно додаються, а неактуальні видаляються або архівуються. Кожен окремий тур у системі розглядається як складний об'єкт, що характеризується набором властивостей. Кожен тур t_i описується вектором атрибутів A , який формує повний профіль туристичного продукту:

$$t_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\} \quad (2.2)$$

де a_{ij} — значення j -го атрибута для i -го туру (наприклад, країна, ціна, категорія готелю).

Векторне представлення дозволяє уніфікувати опис різномірних

туристичних продуктів та застосовувати до них стандартні операції порівняння. Атрибути можуть бути як кількісними (ціна, кількість ночей, відстань до пляжу), так і якісними (назва курорту, тип харчування, наявність Wi-Fi).

Процес формування запиту користувачем формалізується як створення набору обмежень. Користувацький запит Q являє собою набір фільтрів (обмежень), які накладаються на атрибути:

$$Q = \{(p_1, v_1), (p_2, v_2), \dots, (p_k, v_k)\} \quad (2.3)$$

Де p_k — параметр фільтрації; v_k — значення або діапазон значень параметра.

Важливо зазначити, що параметри фільтрації p_k відповідають певним атрибутам з вектора опису туру. Система повинна забезпечувати гнучкість, дозволяючи користувачеві залишати деякі параметри невизначеними (наприклад, шукати тур у будь-яку країну, але з певним бюджетом).

Логіка роботи пошукового двигуна базується на перевірці відповідності кожного туру з множини T заданим критеріям. Результатом пошуку є підмножина T_{res} , що формується за наступною умовою:

$$T_{res} = \{t_i \in T \mid \forall (p_k, v_k) \in Q: P(t_i, p_k, v_k) = \text{true}\} \quad (2.4)$$

Де T_{res} — результуюча вибірка турів, що відображається користувачеві;

$P(t_i, p_k, v_k)$ — предикат, що повертає істину, якщо атрибут туру відповідає умові фільтра (наприклад, ціна туру входить у заданий діапазон бюджету).

Предикат P реалізує логіку порівняння залежно від типу атрибута. Для числових значень (наприклад, ціна або дата) це перевірка на входження в інтервал $[\text{min}, \text{max}]$. Для категоріальних даних — перевірка на рівність або входження в множину дозволених значень (наприклад, якщо користувач обрав декілька типів харчування: "Все включено" або "Ультра все включено"). Такий підхід забезпечує точність вибірки та релевантність результатів пошуку

потребам клієнта. Важливим аспектом моделі є те, що умова фільтрації застосовується як кон'юнкція (логічне "І") всіх окремих обмежень. Це означає, що до результуючої вибірки потрапляють лише ті тури, які одночасно задовольняють усім вимогам користувача. Якщо хоча б одна умова не виконується, предикат повертає "false", і тур виключається з результатів. Отримана множина *Tres* передається на наступні етапи обробки, такі як сортування та відображення (рендеринг) у користувацькому інтерфейсі.

2.2.2. Математична модель процесу бронювання та перевірки доступності слотів

Процес бронювання є найбільш критичним з точки зору бізнес-логіки, оскільки він передбачає зміну стану системи та фіксацію зобов'язань між клієнтом і компанією. Головна складність полягає в тому, що туристичний продукт є обмеженим ресурсом, доступність якого змінюється в режимі реального часу. Процес бронювання передбачає перевірку наявності вільних місць (слотів) у зовнішніх системах туроператорів та зміну стану системи шляхом створення нового запису.

Перед тим як створити замовлення, система повинна гарантувати, що обраний тур дійсно доступний для необхідної кількості осіб. Функція перевірки доступності *CheckAvailability* для туру t_i на дату d моделюється як бінарна функція:

$$A(t_i, d) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Q_{free}(t_i, d) \geq N_{req} \\ 0, & \text{якщо } Q_{free}(t_i, d) < N_{req} \end{cases} \quad (2.5)$$

де $A(t_i, d)$ — логічна змінна доступності (1 — доступно, 0 — недоступно);

$Q_{free}(t_i, d)$ — кількість вільних місць на рейсі/в готелі, отримана через API;

N_{req} — кількість осіб у запиті на бронювання.

Змінна Q_{free} є динамічною і отримується шляхом запиту до зовнішньої

системи глобальної дистрибуції або бази даних туроператора безпосередньо в момент ініціації бронювання. Це дозволяє уникнути ситуацій "овербукінгу", коли кілька клієнтів намагаються забронювати останнє місце одночасно.

Тільки у випадку позитивного результату перевірки доступності система переходить до транзакційної частини. Якщо $A(t_i, d) = 1$, відбувається створення транзакції бронювання B_{new} , яка додається до множини всіх бронювань B :

$$B_{new} = B \cup \{b_{id}\} \quad (2.6)$$

де b_{id} — унікальний ідентифікатор нового бронювання, що містить посилання на користувача u_j та тур t_i .

Створення об'єкта b_{id} супроводжується записом усіх деталей замовлення: персональних даних туристів, обраних опцій, вартості на момент бронювання та часової мітки. Ця модель забезпечує цілісність даних та дозволяє відслідковувати історію взаємодії з клієнтом.

2.2.3. Математична модель розрахунку динамічної вартості туру

Однією з найбільш складних та визначальних характеристик туристичного продукту, що відрізняє його від класичних товарів у сфері електронної комерції, є надзвичайно висока динаміка та багатокритеріальність структури ціноутворення. Якщо у звичайному інтернет-магазині ціна товару є відносно стабільною величиною, яка фіксується у базі даних і змінюється лише адміністратором, то вартість туристичної подорожі є функцією від значної кількості змінних, що можуть флюктувати в реальному часі незалежно від волі продавця. Ціна пакетного туру формується як сукупність вартостей його складових: авіаперельоту, проживання в готелі, трансферу, страхування та додаткових сервісів, причому кожна з цих складових має власну логіку ціноутворення, яка залежить від політики конкретного постачальника послуг.

В умовах традиційної офлайн-діяльності туристичної агенції процес

розрахунку фінальної вартості туру для клієнта покладається на менеджера. Цей процес часто є непрозорим, тривалим та вразливим до помилок, спричинених людським фактором. Менеджер змушений вручну звіряти прайслисти, перевіряти наявність спецпропозицій (SPO), розраховувати вікові знижки для дітей, конвертувати валюти за поточним комерційним курсом туроператора та додавати вартість опціональних послуг. Такий підхід не лише сповільнює процес обслуговування, але й несе в собі значні фінансові ризики: помилка в розрахунку курсу валют або неправильне застосування вікового коефіцієнта для дитини може призвести до того, що агенція продасть тур нижче собівартості, покриваючи різницю з власного прибутку, або ж, навпаки, завищить ціну, втративши клієнта на користь конкурента.

Впровадження веб-платформи онлайн-бронювання вимагає повної відмови від ручних методів калькуляції та переходу до автоматизованих алгоритмів, здатних генерувати точну вартість замовлення за частки секунди. Складність розрахунку полягає в необхідності одночасного врахування різноманітних, а іноді й суперечливих правил ціноутворення, які можуть варіюватися залежно від готелю, авіакомпанії, сезонності та політики конкретного туроператора. Наприклад, один готель може вважати дитиною особу до 12 років і надавати їй безкоштовне проживання, тоді як авіакомпанія в рамках того ж туру надає знижку лише на тариф, але стягує повний паливний збір. Крім того, ціна залежить від складу групи туристів: розміщення одного дорослого з двома дітьми розраховується за іншою формулою, ніж розміщення двох дорослих з однією дитиною, навіть якщо загальна кількість осіб однакова.

Для забезпечення точності фінансових розрахунків, гарантування прозорості ціноутворення для клієнта та усунення ризиків фінансових втрат у системі використовується формалізована математична модель. Вона являє собою універсальний алгоритм, який агрегує всі цінові компоненти та правила в єдину обчислювальну процедуру [20]. Ця модель є критично важливою для функціонування модуля онлайн-оплати, оскільки банківський еквайринг вимагає передачі точної, фіксованої суми транзакції. Будь-яка неточність на

цьому етапі призведе до неможливості автоматичного підтвердження бронювання туроператором або до необхідності здійснення доплат, що негативно впливає на користувацький досвід та довіру до сервісу.

Розроблена модель враховує не лише базові параметри, але й варіативність, пов'язану з додатковими послугами (cross-selling). Сучасний турист очікує можливості кастомізації своєї подорожі: вибору індивідуального трансферу замість групового, розширеного страхового покриття або конкретизації місця в літаку. Вартість цих опцій додається до базової ціни, формуючи фінальний чек. Математичний опис цього процесу дозволяє системі миттєво реагувати на дії користувача в інтерфейсі, перераховуючи загальну суму при додаванні або видаленні опцій ("на льоту"), що створює відчуття повного контролю над формуванням бюджету поїздки.

Модель розрахунку загальної вартості бронювання враховує базові та змінні складові ціни:

$$C_{total} = P_{tour} \cdot N_{adults} + (P_{tour} \cdot (1 - D_{child})) \cdot N_{children} + S_{extra} \quad (2.7)$$

де C_{total} – загальна вартість бронювання;

P_{tour} – базова ціна туру на одну особу;

N_{adults} – кількість дорослих;

D_{child} – коефіцієнт знижки для дитини (напр., 0.3 для 30% знижки);

$N_{children}$ – кількість дітей;

S_{extra} – вартість додаткових послуг (напр., страхування, екскурсії).

У цій моделі P_{tour} отримується з бази даних або через API і є актуальною ціною на момент розрахунку. Параметр D_{child} є змінним і залежить від віку дитини: для інфантів (до 2 років) знижка може складати 90%, тоді як для дітей до 12 років — 30-50%. Складова S_{extra} агрегує вартість усіх додаткових опцій, обраних користувачем, таких як індивідуальний трансфер, страхування від невіїзду або конкретизація рейсу.

Дана модель дозволяє автоматично перераховувати підсумкову суму в інтерфейсі користувача при будь-якій зміні параметрів замовлення (наприклад, при додаванні дитини або виборі додаткової екскурсії), що підвищує довіру до системи та зменшує навантаження на менеджерів. Крім того, формалізація алгоритму ціноутворення є необхідною умовою для коректної роботи модуля онлайн-оплати, гарантуючи, що сума транзакції точно відповідає складу замовлених послуг. Це ефективно вирішує проблему непрозорості ціноутворення, яка була ідентифікована як одна з ключових проблем ринку на етапі аналізу, суттєво покращуючи користувацький досвід та сприяючи зростанню конверсії відвідувачів у реальних покупців завдяки повній зрозумілості та обґрунтованості фінального чеку.

2.2.4. Математична модель розрахунку рейтингів та системи відгуків

Система рейтингів є важливим інструментом підтримки прийняття рішень для користувачів, оскільки в туристичній сфері вибір часто базується на досвіді інших мандрівників ("соціальний доказ"). Специфіка туристичного продукту полягає в його невланності: клієнт не має можливості фізично оцінити якість послуги, такої як комфорт готельного номера, рівень сервісу чи смакові якості харчування, до моменту її безпосереднього споживання. У такій ситуації фактор невизначеності стає основним бар'єром на шляху до здійснення покупки. Рейтингова система виступає в ролі механізму зниження цієї невизначеності, трансформуючи суб'єктивний досвід тисяч попередніх клієнтів у об'єктивну кількісну метрику — інтегральний рейтинг. Це дозволяє потенційному покупцеві швидко оцінити привабливість пропозиції та порівняти альтернативні варіанти без необхідності детального вивчення сотень текстових коментарів.

Для забезпечення об'єктивності оцінки туристичних продуктів використовується модель агрегації індивідуальних оцінок користувачів, яка нівелює вплив суб'єктивних факторів окремих відгуків. Математична суть цієї

моделі полягає у статистичній обробці множини дискретних оцінок, отриманих від користувачів, з метою виявлення математичного сподівання якості послуги [4]. Оскільки окремий відгук може бути емоційно забарвленим, імпульсивним або зумовленим ситуативними факторами, що не залежать від готелю (наприклад, погана погода чи затримка рейсу), використання поодиноких оцінок не може вважатися репрезентативним. Лише агрегація великої кількості даних дозволяє згладити ці флуктуації (інформаційний шум) і отримати стабільне значення, що відображає реальний рівень сервісу.

Модель розрахунку рейтингу туру (на основі відгуків) базується на обчисленні середнього арифметичного значення:

$$R_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (2.8)$$

Де R_{avg} – середній рейтинг туру; R_i – оцінка, поставлена i -тим користувачем; n – загальна кількість відгуків.

Важливою умовою застосування цієї моделі є верифікація користувача: оцінку R_i може поставити лише той клієнт, який фактично придбав тур та здійснив подорож. Це дозволяє захистити систему від накруток та недостовірної інформації. Отримане значення R_{avg} використовується для ранжування турів у результатах пошуку та відображається у картці готелю, допомагаючи новим користувачам зробити обґрунтований вибір.

Запропоновані математичні моделі формують фундаментальне теоретичне підґрунтя для програмної реалізації бізнес-логіки платформи, гарантуючи високу точність розрахунків, прозорість алгоритмів та повну відповідність функціоналу динамічним вимогам туристичної галузі. Вони слугують вичерпною технічною специфікацією для команди розробників при написанні програмного коду серверної частини та проектуванні нормалізованої схеми бази даних.

Зокрема, формалізація процесу пошуку та фільтрації на основі теоретико-множинного підходу дозволяє реалізувати механізми інтелектуального підбору

пропозицій, що значно підвищує релевантність видачі та, як наслідок, конверсію відвідувачів у клієнтів. Розроблена математична модель динамічного ціноутворення, яка враховує багатофакторну залежність вартості від віку туристів, сезонності та додаткових опцій, забезпечує автоматизацію складних фінансових розрахунків, повністю виключаючи «людський фактор» та ризики недоотримання прибутку через помилки персоналу. Це дозволяє системі миттєво адаптуватися до змін ринкових умов та політики туроператорів без необхідності ручного втручання.

Застосування такого глибокого формалізованого підходу дозволяє ще на етапі архітектурного проектування ідентифікувати та нівелювати потенційні логічні колізії, зокрема у критично важливих процедурах конкурентного доступу до ресурсів та транзакційній обробці фінансових операцій. Використання моделі станів для процесу бронювання та функції перевірки доступності слотів є запорукою фінансової безпеки бізнесу, оскільки унеможлиблює виникнення ситуацій овербукінгу при одночасних запитах від багатьох користувачів. Це мінімізує ризики системних збоїв на етапі експлуатації та забезпечує безперервність бізнес-процесів навіть в умовах нестабільного з'єднання із зовнішніми API постачальників.

Крім того, наявність чіткого математичного опису ключових процесів виступає необхідною передумовою для алгоритмічної оптимізації, забезпечення стабільної відмовостійкості системи під піковим навантаженням, а також створення гнучкої модульної архітектури. Така архітектура забезпечує легкість технічного супроводу та можливість безболісної інтеграції новітніх технологічних рішень (наприклад, нових платіжних шлюзів або інструментів аналітики) у довгостроковій перспективі розвитку проекту. У підсумку, розроблений математичний апарат трансформує веб-платформу з типового інформаційного ресурсу на високотехнологічний актив компанії, суттєво підвищуючи загальну конкурентоспроможність розробленого продукту на ринку електронної комерції.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЄКТУ

3.1. Розробка концептуальної моделі бази даних проєкту

Ефективність функціонування будь-якої сучасної інформаційної системи, особливо у сфері електронної комерції та надання туристичних послуг, безпосередньо залежить від якості організації даних. Розробка бази даних є фундаментальним етапом проєктування, який визначає здатність системи до масштабування, швидкість обробки запитів та цілісність інформації. Першим кроком у цьому процесі є створення концептуальної моделі, яка являє собою абстрактне подання структури інформації, незалежне від конкретного програмного забезпечення чи системи управління базами даних (СУБД).

Концептуальне моделювання спрямоване на виявлення та формалізацію основних сутностей предметної області, їх атрибутів та зв'язків між ними. У контексті розробки веб-платформи «Travel-Online» аналіз предметної області, проведений у попередніх розділах, дозволив виділити ключові інформаційні об'єкти, що підлягають зберіганню та обробці. Головною вимогою до моделі даних є забезпечення повноти інформації для реалізації бізнес-процесів пошуку, бронювання та оплати туристичних послуг, а також гарантування відсутності надлишковості даних, що може призвести до аномалій при оновленні інформації [1].

Центральною сутністю системи виступає «Тур» (Tour). Цей об'єкт агрегує в собі всю інформацію про туристичний продукт, що пропонується клієнту. З точки зору інформаційної структури, тур є складним об'єктом, який включає набір характеристик: географічну прив'язку (країна, регіон, місто), параметри розміщення (назва готелю, категорія зірковості, тип номеру), умови харчування, логістичні параметри (дата вильоту, тривалість, авіакомпанія) та фінансові показники (базова вартість, валюта, наявність знижок). Важливо зазначити, що сутність «Тур» у концептуальній моделі розглядається як

динамічний об'єкт, атрибути якого (зокрема, ціна та доступність) можуть змінюватися в часі, що вимагає специфічних підходів до їх зберігання або отримання через зовнішні API.

Іншою критично важливою сутністю є «Користувач» (User). Враховуючи вимоги до персоналізації сервісу та безпеки даних, система повинна зберігати не лише облікові дані для авторизації (логін, хеш пароля), але й розширений профіль клієнта. Це включає контактну інформацію, історію взаємодії з платформою, статус у програмі лояльності та налаштування інтерфейсу. Розділення ролей користувачів (наприклад, «Клієнт», «Менеджер», «Адміністратор») на концептуальному рівні може бути реалізовано як через окремі сутності, так і через атрибут ролі в єдиній сутності, що буде уточнено на етапі логічного проектування.

Процес взаємодії користувача з туристичним продуктом фіксується через сутність «Бронювання» (Booking). Це транзакційна сутність, яка зв'язує конкретного користувача з конкретним туром у певний момент часу. Вона є носієм інформації про статус замовлення (нове, підтвержене, оплачене, скасоване), загальну вартість угоди, дату створення та унікальний ідентифікатор замовлення. Важливою особливістю цієї сутності є її зв'язок з об'єктами «Турист» (Tourist). Оскільки одне бронювання може включати декілька осіб (сім'ю або групу друзів), необхідно виділити туристів у окрему сутність, пов'язану з бронюванням відношенням «один-до-багатьох». Це дозволяє зберігати паспортні дані, дати народження та інші персональні дані кожного подорожуючого окремо, забезпечуючи коректність оформлення авіаквитків та ваучерів.

Для забезпечення зворотного зв'язку та формування рейтингу готелів у модель вводиться сутність «Відгук» (Review). Вона пов'язує користувача, який здійснив подорож, з туром або готелем, і містить текстовий коментар, кількісну оцінку (рейтинг) та дату публікації. Наявність цієї сутності дозволяє реалізувати механізми соціального доказу, що є важливим фактором прийняття рішення про покупку в туристичній сфері.

Зв'язки між виділеними сутностями визначають логіку навігації та цілісність даних. Між сутностями «Користувач» та «Бронювання» існує зв'язок типу «один-до-багатьох», оскільки один зареєстрований клієнт може мати історію з багатьох замовлень, але кожне конкретне замовлення належить лише одному аккаунту. Аналогічний зв'язок існує між «Туром» та «Бронюванням». Сутність «Турист» є залежною від «Бронювання». Візуалізація цих зв'язків представлена на схемі концептуальної моделі.

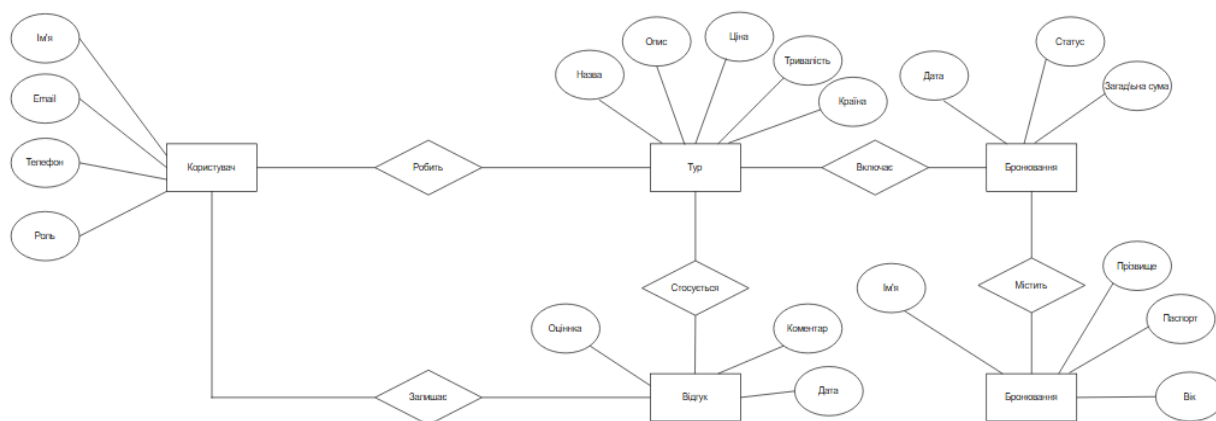


Рис. 3.1. Концептуальна модель бази даних проєкту

Розроблена концептуальна модель є основою для подальшої деталізації. Вона покриває всі ключові інформаційні потреби системи та враховує специфіку предметної області, зокрема необхідність зберігання персональних даних туристів та історії транзакцій. Наступним етапом є трансформація цієї абстрактної моделі у логічну схему, придатну для реалізації у реляційній базі даних.

3.2. Побудова логічної моделі бази даних

На основі розробленої концептуальної моделі було здійснено перехід до логічного рівня проєктування, який передбачає визначення структури таблиць, типів даних, первинних та зовнішніх ключів, а також правил нормалізації. Логічна модель бази даних веб-платформи «Travel-Online» спроектована з

урахуванням принципів реляційної алгебри та вимог до забезпечення цілісності даних (Data Integrity). Для реалізації обрано реляційну модель, оскільки вона забезпечує надійність зберігання структурованої інформації та підтримує складні SQL-запити, необхідні для аналітики та фільтрації турів [3].

Процес побудови логічної моделі супроводжувався нормалізацією таблиць до третьої нормальної форми (3NF). Це дозволило усунути надмірне дублювання даних, зменшити ймовірність виникнення аномалій при вставці, оновленні та видаленні записів, а також оптимізувати використання дискового простору.

Ключовим елементом структури є таблиця Users, яка зберігає інформацію про зареєстрованих користувачів системи. Для забезпечення унікальності кожного запису використовується первинний ключ user_id (цілочисельний тип, автоінкремент). Атрибут email визначено як унікальний індекс, що унеможливорює повторну реєстрацію з тією ж електронною адресою. Поле password_hash призначене для зберігання криптографічного згортка пароля, що відповідає вимогам безпеки. Поле role реалізовано через тип даних ENUM або посилання на довідкову таблицю ролей, що дозволяє чітко розмежувати права доступу клієнтів та менеджерів.

Інформація про туристичні продукти зосереджена в таблиці Tours. Враховуючи необхідність швидкого пошуку, такі поля як country, city, price, departure_date та hotel_rating повинні бути проіндексовані. Опис туру (description) зберігається у форматі TEXT, що дозволяє вносити деталізовану інформацію про готель та екскурсійну програму. Атрибут price має тип DECIMAL для точного зберігання грошових величин та уникнення помилок округлення, характерних для типів з плаваючою комою.

Таблиця Bookings виступає сполучною ланкою між користувачами та турами. Вона містить зовнішні ключі user_id та tour_id, які забезпечують посилальну цілісність (referential integrity). Це означає, що система не дозволить створити бронювання для неіснуючого користувача або видалити тур, на який є активні замовлення, без відповідної обробки (наприклад, каскадного

видалення або заборони дії). Статус бронювання (status) фіксує етапи життєвого циклу замовлення («нове», «підтвержене», «оплачене») і є критичним для бізнес-логіки системи.

Дані про конкретних учасників подорожі винесено в окрему таблицю Tourists, яка пов'язана з таблицею Bookings через зовнішній ключ booking_id. Така структура дозволяє додавати до одного замовлення довільну кількість туристів без зміни структури основної таблиці замовлень, що відповідає вимогам першої нормальної форми. Таблиця Tourists містить поля для персональних даних (прізвище, ім'я, дата народження, номер паспорта), необхідних для оформлення квитків та страхових полісів.

Для реалізації системи відгуків створено таблицю Reviews, яка пов'язує користувача та тур. Вона містить оцінку (числове значення), текстовий коментар та дату створення. Важливою особливістю логічної моделі є наявність службових полів created_at та updated_at у всіх основних таблицях, що дозволяє відслідковувати час створення та останньої зміни записів, що є необхідним для аудиту та аналітики.

Графічне представлення структури таблиць та зв'язків між ними наведено на схемі логічної моделі бази даних.

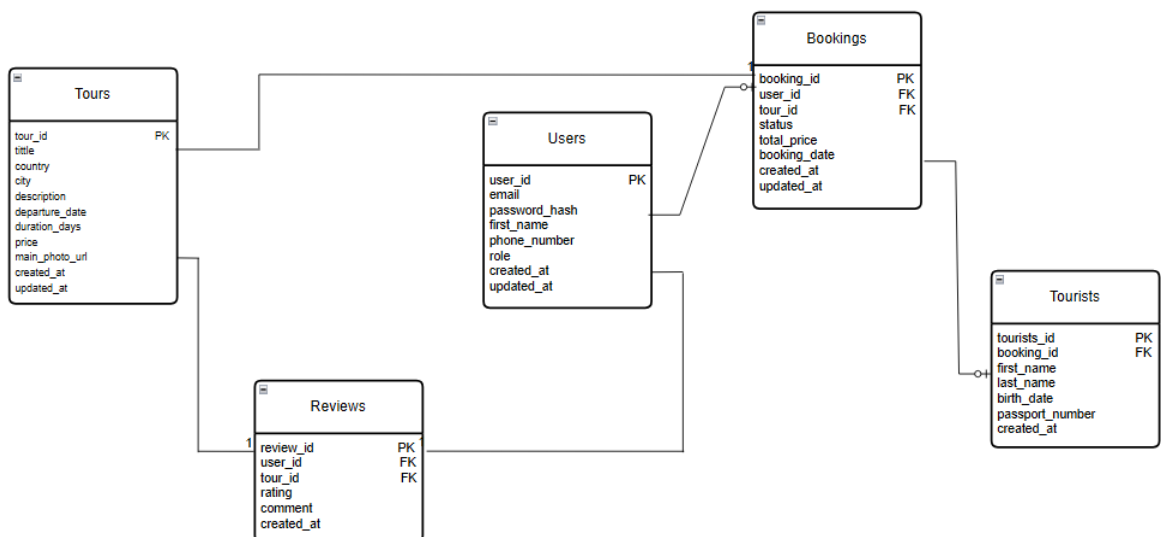


Рис. 3.2. Логічна модель бази даних

Запропонована схема бази даних забезпечує необхідну гнучкість для подальшого розвитку системи. Наприклад, додавання нових типів послуг або розширення профілю користувача не вимагатиме докорінної перебудови всієї структури, а лише додавання нових таблиць або стовпців. Використання реляційної СУБД PostgreSQL дозволить ефективно працювати з цими даними, використовуючи механізми транзакцій, збережених процедур та тригерів для забезпечення надійності бізнес-процесів [44].

3.3. Опис архітектури та структури програмного забезпечення проєкту

Архітектура програмного забезпечення є скелетом системи, який визначає принципи взаємодії її компонентів, розподіл навантаження та можливості масштабування. Для веб-платформи «Travel-Online» обрано класичну трирівневу архітектуру (Three-Tier Architecture), яка є галузевим стандартом для розробки корпоративних веб-застосунків середньої та високої складності. Цей підхід передбачає чітке логічне та фізичне розділення системи на три рівні: рівень представлення (Presentation Layer), рівень бізнес-логіки (Application/Logic Layer) та рівень даних (Data Layer).

Такий вибір архітектурного паттерну обумовлений необхідністю забезпечення модульності системи. Розділення відповідальності між рівнями дозволяє проводити незалежну розробку та модернізацію кожної частини. Наприклад, зміна дизайну інтерфейсу не потребує втручання в код обробки замовлень, а оптимізація запитів до бази даних не впливає на відображення сторінок у браузері користувача. Крім того, трирівнева архітектура підвищує рівень безпеки, оскільки клієнтська частина не має прямого доступу до бази даних, а взаємодіє з нею виключно через захищений API сервера застосунків [34].

Рівень представлення (Frontend) відповідає за взаємодію з кінцевим користувачем. Його основним завданням є візуалізація інформації, отриманої

від сервера, та збір вхідних даних від користувача (пошукові запити, заповнення форм бронювання). Враховуючи вимоги до інтерактивності та швидкодії, клієнтська частина реалізується як Single Page Application (SPA). Це означає, що при переході між розділами сайту сторінка не перезавантажується повністю; натомість динамічно оновлюється лише необхідний контент. Це забезпечує користувацький досвід, наближений до нативних мобільних додатків. Інтерфейс адаптується під різні розміри екранів, реалізуючи принцип «Mobile First», що є критичним для туристичного ринку.

Рівень бізнес-логіки (Backend) є "мозком" системи. Він обробляє HTTP-запити, що надходять від клієнтської частини, виконує валідацію даних, реалізує алгоритми пошуку, розрахунку вартості та управління бронюваннями. Саме на цьому рівні відбувається взаємодія із зовнішніми сервісами через API (інтеграція з туроператорами, платіжними шлюзами, сервісами розсилок). Серверна частина реалізує RESTful API, надаючи клієнтській частині стандартизований інтерфейс для отримання та передачі даних у форматі JSON. Це також відкриває можливість у майбутньому легко розробити мобільний додаток (iOS/Android), який використовуватиме той самий API, що і веб-сайт.

Рівень даних (Database Layer) забезпечує надійне зберігання, швидкий пошук та цілісність інформації. СУБД виконує операції створення, читання, оновлення та видалення даних (CRUD) за запитами від сервера застосунків. На цьому рівні реалізуються механізми резервного копіювання, реплікації та контролю доступу до даних.

Важливим компонентом архітектури є система кешування. Оскільки інформація про готелі та країни змінюється рідко, доцільно зберігати її в оперативній пам'яті (наприклад, використовуючи Redis) для зменшення навантаження на основну базу даних та прискорення відповіді системи. Водночас динамічні дані, такі як наявність місць, завжди запитуються в реальному часі.

Діаграма компонентів та розгортання системи, що ілюструє взаємодію рівнів та фізичне розміщення елементів, дозволяє візуалізувати структуру

програмного комплексу.

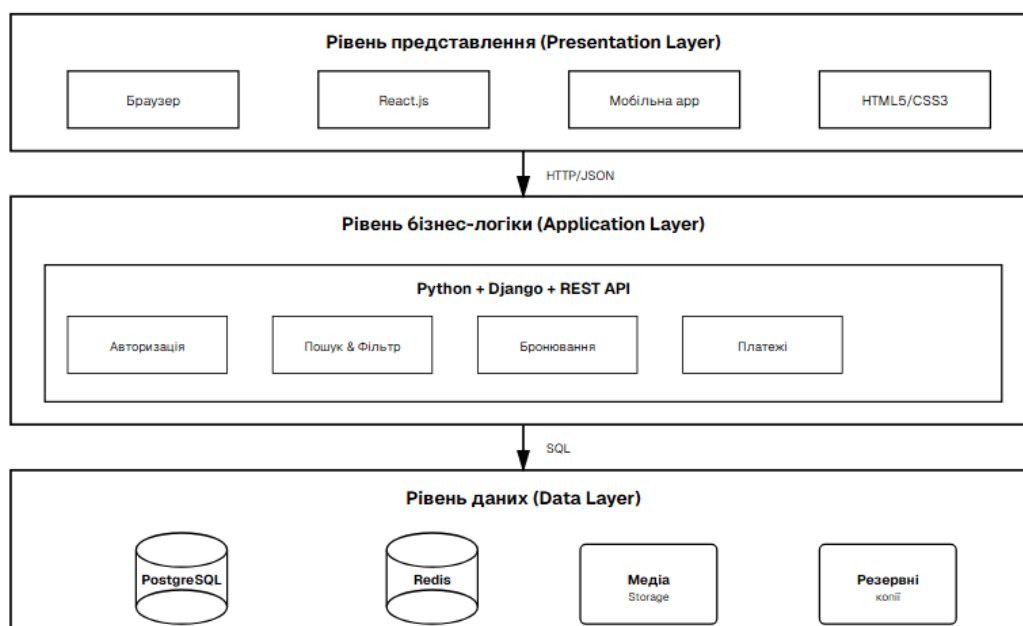


Рис. 3.3. Архітектура інформаційної системи веб-платформи

Запропонована архітектура забезпечує високу масштабованість. При зростанні навантаження (наприклад, у високий сезон) можна горизонтально масштабувати рівень бізнес-логіки, додаючи нові сервери обробки запитів за балансувальником навантаження, без необхідності зміни архітектури бази даних чи клієнтської частини.

3.4. Розробка алгоритмів функціонування та дизайн інтерфейсів користувача

Перехід від архітектурного проектування до реалізації конкретного функціоналу вимагає детальної розробки алгоритмів роботи системи та проектування інтерфейсів взаємодії (UI/UX). Якість реалізації цих компонентів безпосередньо впливає на конверсію відвідувачів у покупців та загальну задоволеність користувачів сервісом.

Розробка алгоритмів. Ключовим алгоритмом системи є процес пошуку та

фільтрації турів. Він повинен обробляти великі масиви даних за мінімальний час. Алгоритм починається з отримання параметрів від користувача (країна, дати, кількість осіб). Далі система формує запит до бази даних, використовуючи індекси для швидкої вибірки. Якщо параметри пошуку передбачають перевірку актуальності у зовнішнього туроператора, система ініціює асинхронні запити до API партнерів. Отримані результати агрегуються, фільтруються за додатковими критеріями (зірковість готелю, тип харчування, ціновий діапазон) та сортуються відповідно до вибору користувача (за ціною, рейтингом тощо).

Особливу увагу приділено алгоритму бронювання. Це багатоетапний процес, який вимагає транзакційності:

1. Ініціалізація: Система перевіряє авторизацію користувача;
2. Перевірка доступності (Pre-check): Перед створенням замовлення відправляється запит до туроператора для підтвердження актуальності ціни та наявності місць (оскільки за час перегляду туру вони могли бути викуплені);
3. Блокування: Якщо тур доступний, створюється тимчасове бронювання в базі даних зі статусом «Очікує оплати»;
4. Оплата: Користувач перенаправляється на захищену сторінку платіжного шлюзу;
5. Фіналізація: Процес розпочинається автоматично після отримання захищеного асинхронного повідомлення (callback) від еквайрингової системи, яке підтверджує успішне списання коштів. Серверна частина виконує валідацію цифрового підпису транзакції для гарантування безпеки, після чого статус замовлення в базі даних транзакційно змінюється на «Сплачено». Одночасно ініціюється API-запит до системи туроператора для переведення попереднього блокування місць у статус гарантованого бронювання. Завершальним етапом є автоматична генерація пакету документів (електронний квиток, ваучер на поселення, страховий поліс), який разом із фіскальним чеком миттєво відправляється на e-mail клієнта, фіксуючи успішне закриття

угоди, при цьому система додатково архівує деталі транзакції для забезпечення фінансової звітності та подальшої бізнес-аналітики.

Графічне представлення алгоритму пошуку та фільтрації наведено нижче.

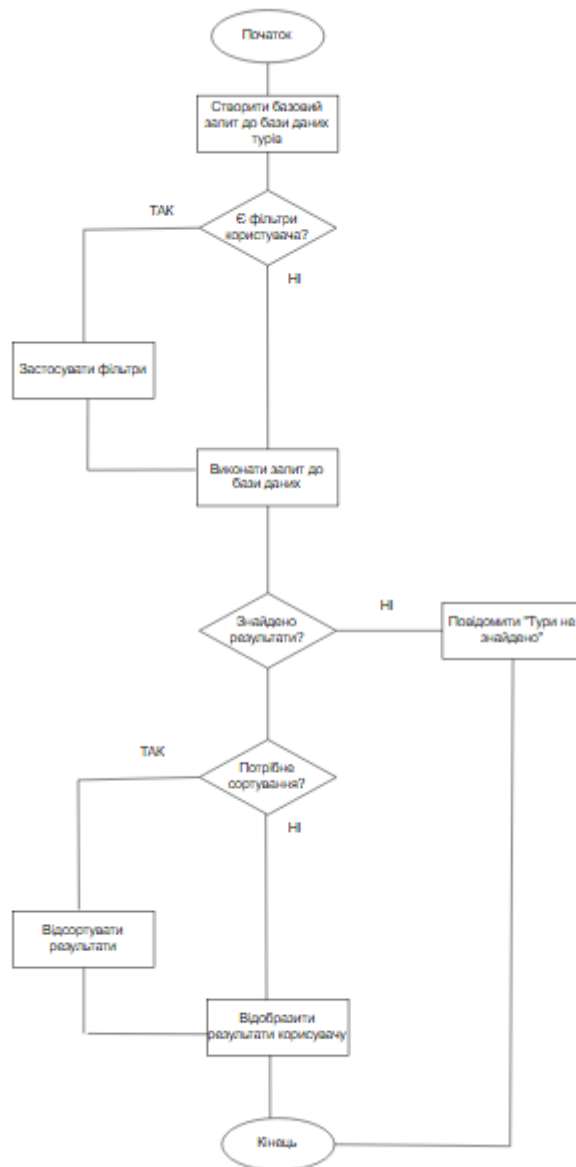


Рис. 3.4. Алгоритм процесу пошуку та фільтрації турів

Представлена блок-схема алгоритму бронювання детально візуалізує послідовність дій інформаційної системи, логіку переходів між станами замовлення та механізми обробки виключних ситуацій, що є критично важливим для забезпечення надійності транзакцій у режимі реального часу.

Процес ініціюється перевіркою статусу автентифікації користувача; у випадку виявлення відсутності активної сесії алгоритм передбачає примусове переривання процедури бронювання та автоматичне перенаправлення клієнта на сторінку авторизації, що є необхідним заходом для коректної ідентифікації замовника та подальшого збереження історії його дій.

Після успішного проходження етапу авторизації алгоритм переходить до фази верифікації актуальності даних, яка є ключовою для запобігання конфліктам бронювання. Система зчитує параметри обраного туру з локальної бази даних та ініціює синхронний запит до зовнішнього інтерфейсу прикладного програмування (API) туроператора. Цей крок дозволяє перевірити наявність вільних місць та актуальність ціни безпосередньо перед створенням замовлення, нівелюючи ризики, пов'язані з динамічною природою туристичного ринку. На схемі відображено логічне розгалуження: у разі отримання негативної відповіді від зовнішньої системи (наприклад, тур вже розпродано або змінилася вартість), алгоритм переходить у гілку обробки помилки, генеруючи відповідне повідомлення для користувача та повертаючи його на попередній крок вибору без створення запису в базі даних.

У випадку підтвердження доступності послуги алгоритм виконує транзакцію створення нового об'єкта бронювання в базі даних, присвоюючи йому початковий статус «Нове» та асоціюючи з ним введені персональні дані туристів. Це фіксує попередні зобов'язання сторін та дозволяє системі перейти до фінансового етапу. Далі відбувається генерація платіжного токена та перенаправлення користувача на захищену сторінку платіжного шлюзу для введення реквізитів картки. Завершується цикл алгоритму ініціацією асинхронного фоновому процесу, який відповідає за відправку електронного листа з деталями замовлення та попереднім підтвердженням, що дозволяє завершити сесію взаємодії з користувачем без очікування тривалих відповідей від поштових серверів.

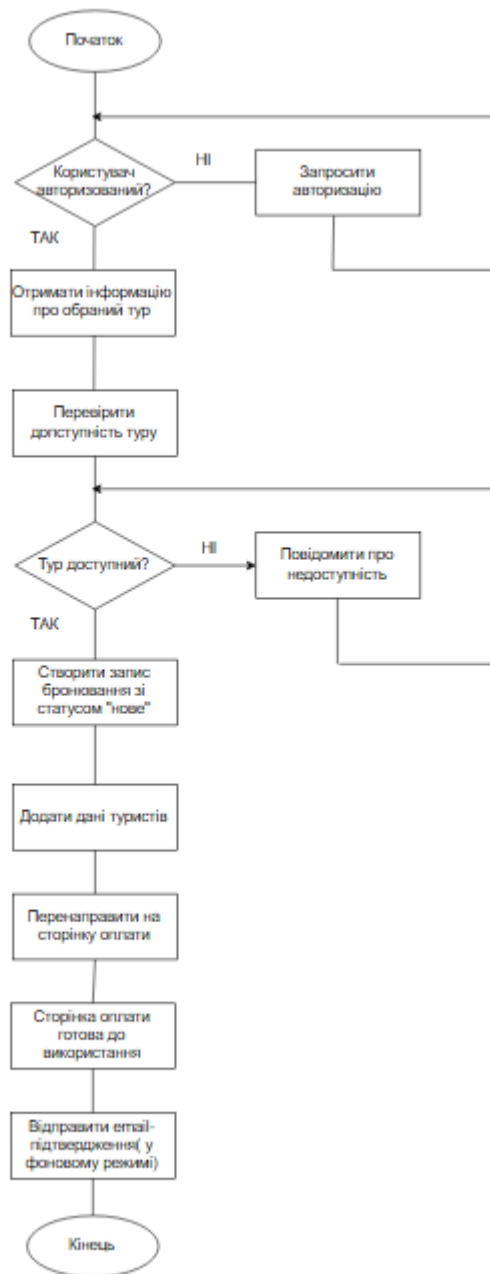


Рис. 3.5. Алгоритм процесу бронювання туру

Дизайн інтерфейсів користувача (UI/UX) Дизайну платформи розроблявся з дотриманням принципів юзабіліті та орієнтації на користувача. Головна мета — зробити шлях клієнта (Customer Journey) від входу на сайт до покупки максимально коротким та інтуїтивним.

Головна сторінка виступає вітриною сервісу. Центральне місце займає пошукова форма, яка є найбільш важливим елементом взаємодії. Вона

спроектована таким чином, щоб бути помітною та зрозумілою, з використанням календарів для вибору дат та випадаючих списків для вибору напрямків. Нижче розташовані блоки з популярними напрямками та «гарячими» пропозиціями, які слугують тригерами для користувачів, що ще не визначилися з вибором.

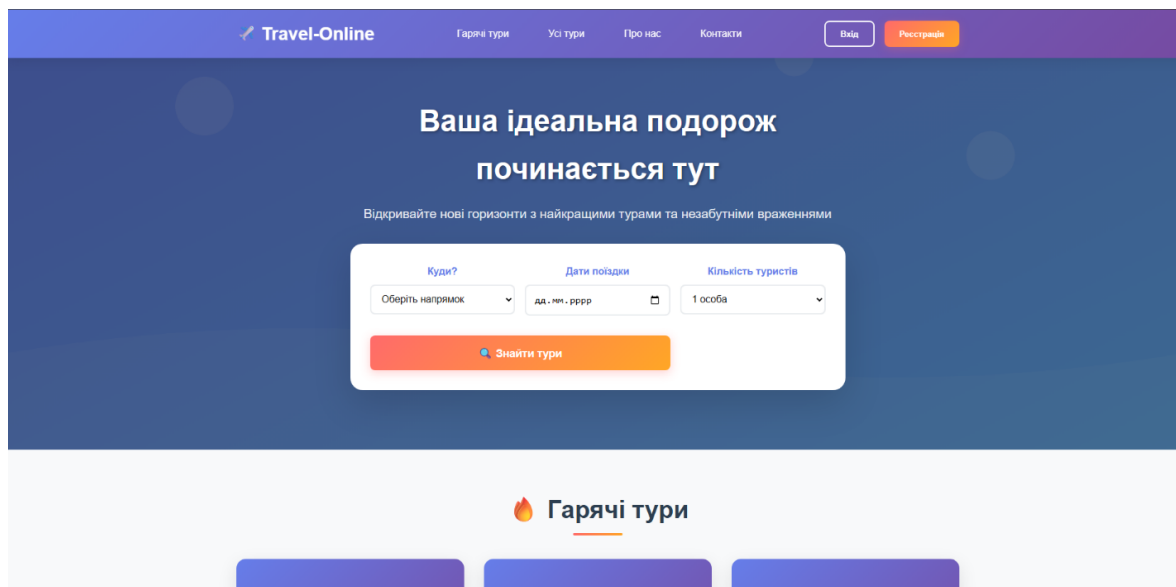


Рис. 3.6. Інтерфейс головної сторінки веб-платформи

Сторінка результатів пошуку надає користувачеві інструменти для порівняння варіантів. Реалізовано картковий дизайн відображення турів, де кожна картка містить ключову інформацію: фото готелю, ціну, рейтинг та короткий опис послуг. Ліва бічна панель містить фільтри, які дозволяють звужити пошук без перезавантаження сторінки. Важливою деталлю є чітке відображення фінальної ціни, що формує довіру до сервісу.

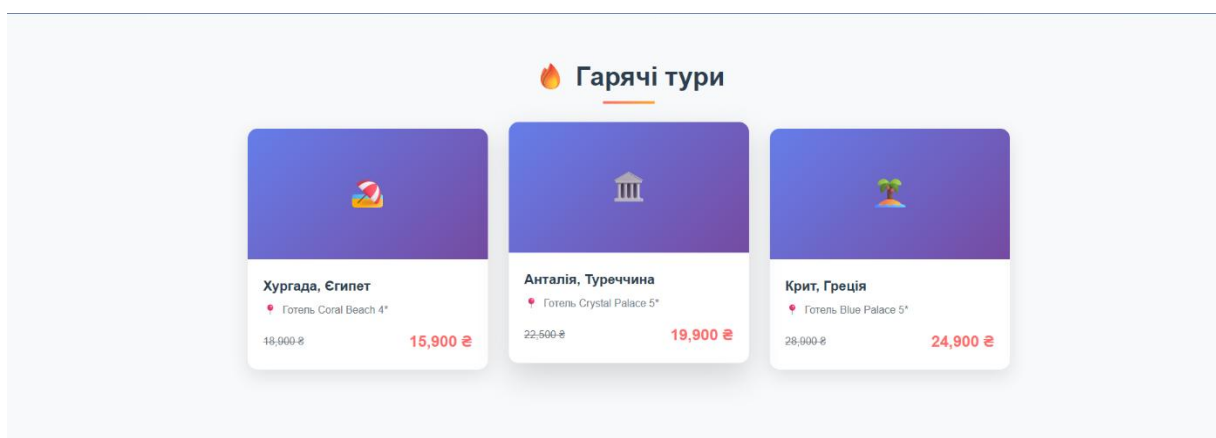


Рис. 3.7. Інтерфейс сторінки результатів пошуку

Процес бронювання розбито на кілька логічних кроків (wizard step-by-step), щоб не перевантажувати користувача великою кількістю полів для введення. На кожному етапі відображається індикатор прогресу. Форми введення даних туристів оснащені валідацією в реальному часі, що запобігає помилкам при заповненні паспортних даних.

Travel-Online Іван Петренко ІП

1 2 3

Дані туристів Перевірка замовлення Оплата

Дані туристів

Контактна особа

Ім'я: Прізвище:

Email: Телефон:

Туристи

Турист 1

Ім'я: Прізвище:

Дата народження:

Номер паспорта:

Ваше замовлення

Туреччина, Анталія

- Готель: Rixos Premium Belek 5*
- Дати: 15.07.2025 - 22.07.2025 (7 днів)
- Переліт: Включено
- Харчування: Все включено
- Кількість: 1 осіб

Вартість туру:	45,000 грн
Страховання:	500 грн
Знижка:	-2,250 грн
До сплати:	43,250 грн

Рис. 3.8. Інтерфейс модуля бронювання та введення даних туристів

Окрему увагу в процесі розробки UI/UX було приділено модулю автентифікації, який включає сторінки входу в систему та реєстрації нових користувачів. Оскільки цей етап часто стає бар'єром для відвідувача, дизайн цих сторінок виконано в підкреслено мінімалістичному стилі, що дозволяє усунути будь-які відволікаючі фактори, такі як рекламні банери чи надлишкові навігаційні елементи, та сфокусувати увагу виключно на цільовій дії — отриманні доступу до особистого кабінету. Форми введення даних спроектовані з дотриманням ергономічних стандартів веб-розробки, використовуючи центральне розташування на екрані з достатнім вільним простором навколо, що знижує когнітивне навантаження на користувача.

Для забезпечення зручності взаємодії та зменшення навантаження на сервер реалізовано миттєву перевірку введених даних на стороні клієнта засобами бібліотеки React.js. Це забезпечує надання користувачеві зворотного зв'язку у реальному часі, наприклад, підсвічування полів червоним кольором та виведення підказок при некоректному форматі електронної пошти або недостатній складності пароля ще до моменту натискання кнопки підтвердження. З метою безпеки поле пароля за замовчуванням приховує введені символи, але для зручності передбачено інтерактивну функцію їх відображення, що зменшує ймовірність помилок при введенні складних комбінацій.

Критично важливою функціональною особливістю, спрямованою на підвищення конверсії відвідувачів у зареєстрованих клієнтів, є реалізація механізму входу через соціальні мережі. Інтеграція з провайдерами ідентифікації Google та Facebook, реалізована через протокол OAuth 2.0, дозволяє здійснювати реєстрацію в один клік без необхідності створення нового пароля та ручного заповнення персональних даних, які автоматично імпортуються з профілю соціальної мережі. Такий підхід не лише прискорює процес реєстрації, але й підвищує довіру до платформи завдяки використанню знайомих інтерфейсів, а також усуває необхідність додаткового підтвердження email-адреси. Особливої актуальності це набуває в контексті мобільного використання платформи, де мінімізація ручного введення тексту критично знижує показник відмов на етапі входу. Додатковою перевагою є автоматичне отримання верифікованих контактних даних, що забезпечує високу якість клієнтської бази та дозволяє уникнути помилок при доставці транзакційних повідомлень і ваучерів у майбутньому. Для існуючих користувачів також передбачено механізм відновлення втраченого доступу через електронну пошту. Візуалізація розроблених інтерфейсів наведена на рисунку нижче.

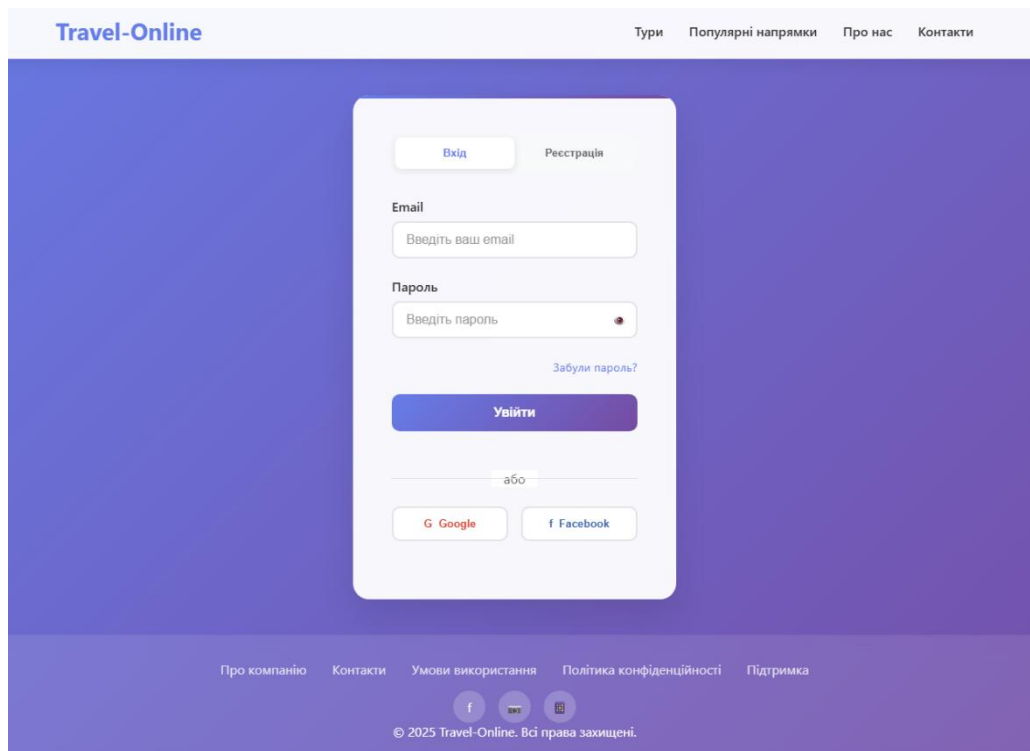


Рис. 3.9. Інтерфейси авторизації та реєстрації користувачів

Розроблений дизайн враховує сучасні тренди веб-розробки, забезпечує високу читабельність тексту, зручність натискання елементів на сенсорних екранах та візуальну ієрархію контенту.

3.5. Обґрунтування вибору технологічного стеку для реалізації проєкту

Вибір технологічного стеку є одним із найбільш відповідальних та стратегічних рішень на етапі проєктування будь-якої інформаційної системи, оскільки він безпосередньо впливає на подальший життєвий цикл програмного продукту, швидкість його розробки, потенційну продуктивність, вартість технічної підтримки та можливості горизонтального й вертикального масштабування. У сучасних умовах динамічного розвитку веб-технологій архітектору системи необхідно знайти оптимальний баланс між використанням перевірених часом рішень, що гарантують надійність та стабільність, та новітніх інструментів, які забезпечують конкурентні переваги у швидкодії та

зручності користувацького інтерфейсу. Для реалізації проєкту веб-платформи «Travel-Online» було проведено комплексний порівняльний аналіз сучасних технологій, що дозволило сформувати оптимальний набір інструментів для кожного рівня архітектури системи, враховуючи специфіку туристичного бізнесу, яка вимагає обробки великих масивів різнорідних даних та забезпечення високої надійності транзакцій [39].

Ключовим компонентом серверної частини (Backend) обрано мову програмування Python у поєднанні з високорівневим веб-фреймворком Django. Цей вибір обумовлений низкою вагомих факторів, серед яких першочергове значення мають швидкість розробки та якість коду. Python, як мова загального призначення, характеризується лаконічним та зрозумілим синтаксисом, що суттєво знижує поріг входження для нових розробників та спрощує процес підтримки кодової бази у довгостроковій перспективі. Величезна екосистема бібліотек Python дозволяє ефективно вирішувати задачі будь-якої складності, від обробки зображень до складних математичних обчислень та інтеграції з системами штучного інтелекту, що є перспективним напрямком розвитку для туристичної платформи. Фреймворк Django, у свою чергу, реалізує архітектурний патерн MVT (Model-View-Template) та сповідує філософію «batteries included» (все включено). Це означає, що розробник отримує «з коробки» набір готових, протестованих та безпечних модулів для вирішення типових завдань веб-розробки, таких як система автентифікації та авторизації користувачів, об'єктно-реляційне відображення (ORM) для роботи з базою даних, система маршрутизації URL-адрес та механізми кешування.

Використання Django дозволяє нівелювати ризики, пов'язані з безпекою веб-застосунку, оскільки фреймворк має вбудовані механізми захисту від найбільш поширених векторів атак, включаючи підробку міжсайтових запитів (CSRF), SQL-ін'єкції та міжсайтовий скриптинг (XSS). Для проєкту «Travel-Online», який передбачає обробку персональних даних туристів та проведення фінансових операцій, такий рівень безпеки є критично важливим. Окрім того, наявність автоматично генерованої адміністративної панелі дозволяє

менеджерам туристичної агенції розпочати наповнення контентом та управління замовленнями на ранніх етапах розробки, не чекаючи створення спеціалізованих інтерфейсів. Враховуючи обрану клієнт-серверну архітектуру з відокремленим фронтендом, критично важливим доповненням до технологічного стеку стає Django REST Framework (DRF). Цей потужний інструмент дозволяє швидко та ефективно створювати RESTful API, забезпечуючи гнучку серіалізацію даних, управління правами доступу та документування кінцевих точок, що робить його ідеальним рішенням для побудови масштабованого бекенду.

Для реалізації клієнтської частини (Frontend) системи було обрано бібліотеку React.js, розроблену компанією Facebook. Сучасний веб-простір висуває високі вимоги до інтерактивності та швидкості відгуку інтерфейсів, і традиційний підхід з повним перезавантаженням сторінки при кожній дії користувача вже не здатен забезпечити належний рівень користувацького досвіду (UX). React дозволяє створювати односторінкові застосунки (Single Page Applications - SPA), які працюють плавно та швидко, імітуючи поведінку нативних мобільних програм. Фундаментальною перевагою React є використання концепції віртуального DOM (Virtual DOM). Замість того, щоб безпосередньо маніпулювати "важким" реальним DOM-деревом браузера при кожній зміні даних, React створює його легку копію в пам'яті, обчислює різницю між поточним та новим станом, і лише після цього точково оновлює необхідні елементи на сторінці. Такий підхід забезпечує високу продуктивність навіть при роботі зі складними інтерфейсами, насиченими динамічним контентом, як-от списки турів з безліччю фільтрів та параметрів сортування [47].

Компонентна архітектура React дозволяє розбивати складний інтерфейс на незалежні, ізольовані та багаторазові модулі – компоненти (кнопки, форми пошуку, картки готелів тощо). Це не лише прискорює процес розробки завдяки повторному використанню коду, але й значно спрощує тестування та підтримку системи, оскільки зміни в одному компоненті не призводять до

непередбачуваних наслідків в інших частинах застосунку. Велика та активна спільнота розробників React забезпечує наявність величезної кількості готових бібліотек та інструментів, що дозволяє не витрачати час на винахід "велосипеда", а зосередитися на реалізації унікальної бізнес-логіки проекту. Для управління станом застосунку, що є критичним для коректної роботи кошика замовлень та збереження параметрів пошуку між переходами по сторінках, доцільно використовувати бібліотеки екосистеми React, такі як Redux або Context API, а для взаємодії з сервером – бібліотеку Axios, яка забезпечує зручний інтерфейс для виконання асинхронних HTTP-запитів.

На рівні зберігання даних (Database Layer) вибір було зупинено на об'єктно-реляційній системі управління базами даних PostgreSQL. Ця СУБД заслужено вважається однією з найнадійніших та найбільш функціональних систем з відкритим вихідним кодом у світі. Для платформи бронювання, де критично важливою є цілісність даних та гарантія виконання транзакцій (особливо при бронюванні місць та проведенні оплат), повна підтримка стандартів ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), яку забезпечує PostgreSQL, є безальтернативною вимогою. Реляційна модель ідеально підходить для зберігання структурованих даних, таких як інформація про користувачів, замовлення, платежі та взаємозв'язки між ними. Однак, специфіка туристичного продукту полягає в тому, що різні тури можуть мати абсолютно різний набір характеристик (наприклад, для пляжного відпочинку важлива відстань до моря, а для гірськолижного – наявність підйомників). Використання традиційної реляційної схеми для зберігання таких атрибутів призвело б до створення таблиць з величезною кількістю стовпців, більшість з яких залишалися б порожніми (NULL).

PostgreSQL вирішує цю проблему завдяки вбудованій підтримці типу даних JSONB, що дозволяє зберігати неструктуровані або напівструктуровані дані у форматі JSON безпосередньо в реляційній таблиці, при цьому зберігаючи можливість ефективного індексування та пошуку по цих даних. Таким чином, PostgreSQL поєднує в собі надійність SQL-баз даних з гнучкістю NoSQL-

рішень, що робить її ідеальним вибором для проєкту «Travel-Online». Крім того, ця СУБД має потужні механізми управління конкурентним доступом (MVCC), що дозволяє обслуговувати велику кількість одночасних запитів на читання та запис без блокування таблиць, забезпечуючи високу продуктивність системи під навантаженням.

Для забезпечення високої продуктивності та відмовостійкості системи, окрім основних технологій, необхідно використовувати ряд допоміжних інструментів та інфраструктурних рішень. Важливим елементом архітектури є система кешування та брокер повідомлень, роль яких виконує Redis. Це високопродуктивне сховище даних типу "ключ-значення", що працює безпосередньо в оперативній пам'яті. У проєкті «Travel-Online» Redis використовується для кешування результатів пошукових запитів, які є найбільш ресурсоемними операціями. Оскільки інформація про готелі та базові ціни змінюється не щосекунди, збереження результатів популярних запитів у кеші дозволяє значно знизити навантаження на основну базу даних та миттєво віддавати контент користувачеві. Також Redis виступає в ролі надійного сховища для сесій користувачів та брокера повідомлень для організації асинхронної обробки завдань.

Асинхронна обробка завдань реалізується за допомогою бібліотеки Celery. У веб-застосунках існують операції, виконання яких може займати значний час, наприклад, генерація PDF-документів з квитками, відправка електронних листів з підтвердженням бронювання або синхронізація цін із зовнішніми API туроператорів. Виконання таких операцій у синхронному режимі (в рамках циклу запит-відповідь) призвело б до блокування інтерфейсу користувача та створення відчуття "зависання" сайту. Celery дозволяє винести ці задачі у фоновий режим: веб-сервер миттєво повертає відповідь користувачеві про те, що запит прийнято, а важка задача ставиться в чергу (в Redis) і згодом обробляється окремими робочими процесами Celery, не впливаючи на продуктивність основної системи.

Забезпечення стабільності середовища розробки та експлуатації

досягається завдяки використанню технології контейнеризації Docker. Цей інструмент дозволяє "запакувати" застосунок разом з усіма його залежностями, бібліотеками та конфігураційними файлами в ізольовані контейнери. Це вирішує одвічну проблему "it works on my machine" (це працює на моєму комп'ютері), гарантуючи, що код буде виконуватися абсолютно ідентично як на локальному комп'ютері розробника, так і на тестовому та бойовому серверах. Docker значно спрощує процес розгортання (deployment) системи, дозволяє легко масштабувати окремі сервіси та спрощує налаштування середовища для нових членів команди.

Нарешті, як вхідна точка до серверної інфраструктури використовується високопродуктивний веб-сервер Nginx. Він виконує роль зворотного проксі-сервера (Reverse Proxy), приймаючи вхідні HTTP-запити від клієнтів та перенаправляючи їх до сервера застосунків (Gunicorn/uWSGI), який запускає код Django. Nginx набагато ефективніше справляється з віддачею статичного контенту (зображень, CSS та JavaScript файлів), ніж сервери застосунків на Python, тому ця задача делегується йому. Крім того, Nginx забезпечує термінацію SSL/TLS з'єднань (шифрування трафіку по HTTPS), стиснення даних та може виконувати функції балансувальника навантаження при масштабуванні системи на декілька серверів.

Підсумовуючи результати проведеного аналізу та вибору інструментальних засобів реалізації проєкту, можна стверджувати, що запропонований технологічний стек, який базується на синергетичному поєднанні Python/Django на серверній стороні, React.js на клієнтській частині, системи управління базами даних PostgreSQL та допоміжних інфраструктурних компонентів Redis, Celery, Docker і Nginx, є не просто набором популярних інструментів, а комплексним, збалансованим та стратегічно виваженим архітектурним рішенням. Такий вибір забезпечує оптимальне співвідношення між критично важливими для бізнесу показниками: швидкістю виведення продукту на ринок, високою продуктивністю системи під навантаженням, гарантованою безпекою даних та прийнятною сукупною вартістю володіння

програмним продуктом.

Архітектурна парадигма, що лежить в основі взаємодії обраних технологій, дозволяє чітко розмежувати зони відповідальності між фронтендом та бекендом, що є запорукою гнучкості системи та можливості її безболісної модернізації в майбутньому. Використання Python та Django забезпечує надійний фундамент для побудови бізнес-логіки, надаючи розробникам потужний арсенал готових засобів для захисту від кіберзагроз та швидкої реалізації адміністративних функцій, що є критичним для платформи, яка оперує персональними даними та фінансовими транзакціями. У свою чергу, застосування бібліотеки React.js дозволяє реалізувати сучасний, динамічний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який відповідає найвищим стандартам юзабіліті у сфері електронної комерції та забезпечує позитивний користувацький досвід, необхідний для утримання клієнтів в умовах високої конкуренції на туристичному ринку.

Вибір системи управління базами даних PostgreSQL як основного сховища інформації гарантує цілісність та надійність зберігання даних, а її розширені можливості роботи з напівструктурованими даними JSONB надають системі необхідну гнучкість для адаптації до мінливих структур описів туристичних продуктів без втрати переваг реляційної моделі. Інтеграція допоміжних інструментів, таких як Redis та Celery, вирішує проблему продуктивності та масштабування, дозволяючи ефективно обробляти пікові навантаження та виконувати ресурсоємні фонові задачі без блокування основного потоку взаємодії з користувачем. Застосування технологій контейнеризації Docker та веб-сервера Nginx забезпечує стабільність середовища розгортання, спрощує процеси DevOps та створює умови для легкої міграції системи між різними хмарними провайдерами або фізичними серверами.

Важливим стратегічним аспектом, що визначає життєздатність та економічну ефективність платформи «Travel-Online», є орієнтація на використання технологій з відкритим вихідним кодом (Open Source). Це

рішення дозволяє оптимізувати структуру бюджету, мінімізуючи капітальні витрати на ліцензування на етапі запуску. Такий підхід знижує фінансовий поріг входження та нівелює ризики зміни цінової політики вендорів, забезпечуючи проєкту незалежність.

Окрім економічної вигоди, вибір інструментів (Python, Django, React, PostgreSQL) базується на їхній технологічній зрілості. Наявність міжнародних спільнот розробників гарантує підтримку, швидке виправлення вразливостей та оновлення безпеки, що є критично важливим для роботи з персональними даними. Відкритість коду дозволяє проводити незалежний аудит та адаптувати бібліотеки під потреби бізнесу. Більше того, розвинена екосистема готових модулів дозволяє команді зосередитися на реалізації унікальної бізнес-логіки замість створення базових компонентів, що суттєво прискорює вихід продукту на ринок.

Додатковою перевагою є доступність кваліфікованих кадрів. Популярність Python та JavaScript спрощує рекрутинг, дозволяючи швидко масштабувати команду та забезпечує легкість передачі знань. Уніфікованість підходів знижує залежність проєкту від конкретних спеціалістів.

Таким чином, запропонована архітектура відповідає вимогам проєкту, створюючи надійний та гнучкий фундамент для його розвитку. Вона дозволяє імплементувати нові модулі, інтегрувати передові технології та масштабувати систему відповідно до навантаження, забезпечуючи стаке функціонування бізнесу та гарантуючи високу відмовостійкість системи навіть під час пікових сезонних навантажень. Крім того, повна сумісність обраного стеку з сучасними практиками контейнеризації (Docker) та хмарного розгортання дозволяє оптимізувати операційні витрати (ОРЕХ) на хостинг та забезпечує високу мобільність інфраструктури, унеможливаючи технологічну прив'язку до конкретного провайдера хмарних послуг.

РОЗДІЛ 4. ПЛАНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ

4.1. Розробка організаційної структури управління проєктом та формування команди

Успішна реалізація складного організаційно-технічного завдання, яким є створення веб-платформи онлайн-бронювання «Travel-Online», вимагає побудови чіткої, прозорої та ефективної системи управління людськими ресурсами. Організаційна структура проєкту виступає тим фундаментом, що визначає ієрархію підпорядкування, канали комунікації, розподіл повноважень та відповідальності між усіма учасниками процесу. Враховуючи специфіку замовника, яким виступає Генеральний директор ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» (Київська філія), а також необхідність залучення висококваліфікованих технічних фахівців, які зазвичай не входять до штату туристичної агенції, для реалізації даного проєкту найбільш доцільним є застосування проєктної організаційної структури. У рамках такої моделі формується тимчасова, автономна проєктна команда, яка фокусується виключно на досягненні поставлених цілей і підпорядковується безпосередньо Керівнику проєкту. Це дозволяє уникнути бюрократичних затримок та конфліктів інтересів, характерних для функціональних або слабких матричних структур, де співробітники змушені балансувати між поточною операційною діяльністю та завданнями проєкту [24; 32].

Процес формування команди базується на ретельному аналізі необхідних компетенцій, які диктуються обраним технологічним стеком (Python, Django, React.js, PostgreSQL) та бізнес-вимогами до продукту. Ядром команди виступає Керівник проєкту, який несе персональну відповідальність перед Замовником за дотримання директивних строків, затвердженого бюджету та якості кінцевого продукту. Його ключовою функцією є інтеграція всіх процесів управління, забезпечення ефективної комунікації між технічною командою та бізнес-стейкхолдерами, а також управління ризиками та очікуваннями

Генерального директора ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» (Київська філія) [40]. Керівник проєкту також виконує роль бізнес-аналітика на етапі ініціації, трансформуючи бізнес-потреби агенції у чіткі технічні завдання для розробників.

Технічне лідерство у команді забезпечує Технічний лідер (Team Lead). Цей фахівець відповідає за прийняття ключових архітектурних рішень, проєктування схеми бази даних, вибір оптимальних патернів розробки та контроль якості коду. Він є ментором для інших розробників та гарантує, що створена система буде надійною, безпечною та здатною до масштабування[18]. Безпосередня реалізація серверної логіки покладається на Backend-розробника, який займається написанням коду на Python, налаштуванням API для взаємодії з базами даних туроператорів, реалізацією алгоритмів пошуку та інтеграцією платіжних шлюзів. Створення клієнтської частини, з якою взаємодіють користувачі, забезпечує Frontend-розробник. Його завданням є верстка адаптивних інтерфейсів, реалізація логіки роботи в браузері на React.js та забезпечення взаємодії з сервером.

Критично важливою для успіху комерційного продукту в сфері електронної комерції є його візуальна складова та зручність використання, тому до складу команди входить дизайнер інтерфейсів. Він відповідає за проєктування шляху користувача, створення прототипів, розробку графічного дизайну та забезпечення інтуїтивно зрозумілої навігації [16]. Контроль якості продукту здійснює інженер із забезпечення якості, який проводить всі види тестування, виявляє дефекти та контролює відповідність реалізованого функціоналу вимогам технічного завдання. Взаємодія всередині команди будується на принципах гнучких методологій, що передбачає роботу короткими ітераціями, проведення регулярних нарад для синхронізації статусу та демонстрацію проміжних результатів замовнику.

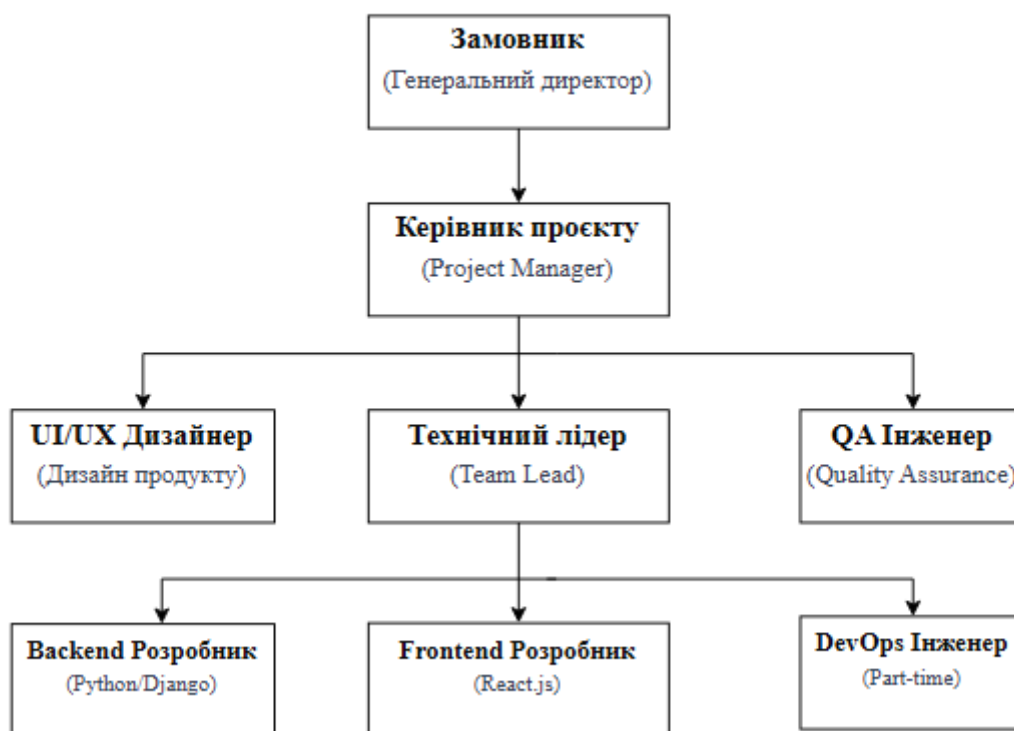


Рис. 4.1. Організаційна структура команди проєкту

4.2. Розробка ієрархічної структури робіт (WBS) та матриці відповідальності (RACI)

Для забезпечення системного підходу до планування та контролю виконання проєкту першочерговим завданням є декомпозиція загального обсягу робіт на менші, керовані елементи. Інструментом такої декомпозиції виступає Ієрархічна структура робіт (Work Breakdown Structure – WBS), яка дозволяє візуалізувати повний зміст проєкту та гарантувати, що всі необхідні завдання ідентифіковані. Розробка WBS для платформи «Travel-Online» здійснюється за фазовим принципом життєвого циклу розробки програмного забезпечення. Декомпозиція виконується до рівня пакетів робіт, тривалість виконання яких можна чітко оцінити в годинах, а результати однозначно верифікувати [35].

Перший рівень ієрархії відповідає основним фазам проєкту: ініціація та

планування, проєктування, розробка, тестування та впровадження. На нижчих рівнях ці фази деталізуються до конкретних завдань. Фаза ініціації включає розробку статуту та збір вимог. Фаза проєктування охоплює створення прототипів та архітектури бази даних. Найбільш трудомістка фаза розробки поділяється на створення серверної частини, клієнтської частини та інтеграцію із зовнішніми сервісами. Фаза тестування передбачає написання тест-кейсів та виправлення помилок, а фаза впровадження завершується розгортанням системи на сервері та навчанням персоналу [31].

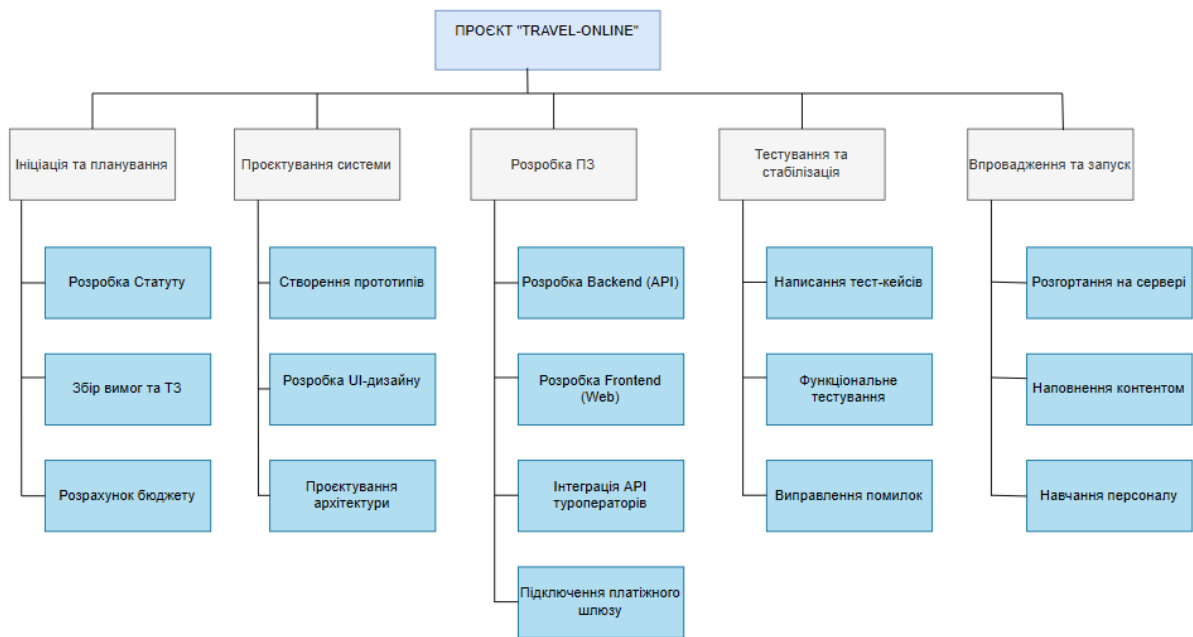


Рис. 4.2. Ієрархічна структура робіт проєкту (WBS)

Після формування WBS необхідно чітко визначити повноваження та відповідальність за виконання кожного елемента структури робіт. Для цього використовується Матриця відповідальності (RACI), яка дозволяє уникнути дублювання функцій та розмивання відповідальності. У матриці RACI використовуються чотири ролі: R (Responsible) – виконавець, який безпосередньо здійснює роботу; A (Accountable) – відповідальний, той, хто приймає роботу і несе остаточну відповідальність за результат; C (Consulted) – консультант, експерт, чия думка враховується; I (Informed) – особа, яку

інформують про хід або результат виконання [46]. Нижче наведено матрицю відповідальності для ключових етапів проєкту «Travel-Online», яка чітко регламентує участь кожного члена команди та Замовника (Генерального директора ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами») у проєктних роботах.

Таблиця 4.1.

Матриця відповідальності (RACI)

Завдання	PM	Tech Lead	Back	Front	Design	QA	Замовник
1.Ініціація та планування							
1.1. Статут проєкту	A	C	I	I	I	I	C
1.2. ТЗ та вимоги	A	R	C	C	C	C	R
1.3.Бюджет та план	A	I	I	I	I	I	A
2.Проектування							
2.1.Прототипи (Wireframes)	A	C	I	C	R	I	C
2.2. UI Дизайн	A	C	I	C	R	I	C
2.3.Архітектура БД та API	I	A	R	C	I	I	I
3.Розробка (Development)							
3.1.Розробка Backend	I	A	R	I	I	I	I
3.2.Розробка Frontend	I	A	I	R	C	I	I
3.3. Інтеграція API Туроператорів	A	C	R	I	I	I	I
3.4.Підключення платіжного шлюзу	A	C	R	R	I	I	I

Завдання	PM	Tech Lead	Back	Front	Design	QA	Замовник
4.Впровадження та Запуск							
4.1.Написання тест-кейсів	I	I	C	C	I	R	I
4.2. Функціональне тестування	I	A	C	C	I	R	I
4.3.Виправлення помилок (Bug fix)	I	A	R	R	I	C	I
4.4.Розгортання (Deploy)	A	R	C	C	I	I	I
4.5.Навчання та передача	R	C	I	I	I	I	A

4.3. Розробка календарного плану та графіку реалізації проєкту (Gantt Chart)

Календарне планування є одним з найважливіших процесів управління проєктом, який дозволяє синхронізувати дії команди у часі та забезпечити раціональне використання ресурсів. Для проєкту «Travel-Online» розроблено детальний календарний план, який базується на методі критичного шляху. Цей метод дозволяє визначити послідовність робіт, яка визначає мінімально можливу тривалість проєкту, та ідентифікувати завдання, що не мають резерву часу. Загальна тривалість проєкту обумовлена необхідністю запуску платформи до початку активного туристичного сезону [33].

План передбачає логічну послідовність етапів: від збору вимог до фінального релізу. Особливістю графіку є паралельне виконання робіт з

розробки серверної та клієнтської частин після затвердження специфікацій, що дозволяє суттєво скоротити загальний термін реалізації. Також у графік закладено буфери часу для ризикових етапів, зокрема для інтеграції із зовнішніми системами, де можливі технічні затримки з боку провайдерів послуг [5]. Нижче представлено календарний план проєкту у табличній формі, що відображає основні етапи, їх тривалість та часові межі з урахуванням фактичного календаря 2025-2026 років.

Таблиця 4.2.

Календарний план проєкту

№	Етап / Завдання	Початок	Кінець	Дні	Відпов.
1	Фаза ініціації та планування	01.09.25	22.09.25	15	Керівник проєкту
1.1	Формування статуту та команди	01.09.25	08.09.25	5	Керівник проєкту
1.2	Збір та аналіз бізнес-вимог	08.09.25	22.09.25	10	Керівник проєкту
1.3	Розробка та затвердження ТЗ	22.09.25	22.09.25	0	Замовник
2	Фаза проєктування	22.09.25	17.11.25	40	Техлід
2.1	Розробка прототипів UI/UX	22.09.25	13.10.25	15	Дизайнер
2.2	Проєктування архітектури БД	13.10.25	27.10.25	10	Техлід
2.3	Створення фінального дизайну	27.10.25	17.11.25	15	Дизайнер
3	Фаза розробки (Development)	17.11.25	30.01.26	55	Tech Team

№	Етап / Завдання	Початок	Кінець	Дні	Відпов.
3.1	Розробка Backend (Core & API)	17.11.25	12.01.26	40	Backend Dev
3.2	Розробка Frontend (React)	17.11.25	12.01.26	40	Frontend Dev
3.3	Інтеграція з API туроператорів	15.12.25	02.01.26	15	Backend Dev
3.4	Інтеграція платіжної системи	19.01.26	30.01.26	10	Tech Team
4	Фаза тестування та стабілізації	02.02.26	10.03.26	27	QA / Team
4.1	Функціональне тестування	02.02.26	13.02.26	10	QA Engineer
4.2	Виправлення помилки (Bug fixing)	16.02.26	03.03.26	12	Developers
4.3	Навантажувальне тестування	04.03.26	10.03.26	5	QA / DevOps
5	Фаза впровадження та запуску	11.03.26	27.03.26	13	Керівник проєкту
5.1	Розгортання на сервері (Production)	11.03.26	13.03.26	3	DevOps
5.2	Наповнення контентом	16.03.26	27.03.26	10	Менеджери
5.3	Навчання персоналу та реліз	27.03.26	27.03.26	0	Керівник проєкту

Для наочного відображення часових меж виконання кожного етапу та встановлення логічних зв'язків між завданнями побудовано діаграму Ганта (Рис. 4.3). Цей графічний інструмент дозволяє візуалізувати розклад проєкту на часовій шкалі, де кожна задача представлена у вигляді відрізка, довжина якого пропорційна її тривалості. На діаграмі чітко виділено критичний шлях проєкту — послідовність завдань, що не мають резерву часу, затримка яких призведе до зміщення дати завершення всього проєкту. Також на графіку позначено ключові віхи, такі як затвердження технічного завдання, завершення розробки мінімально життєздатного продукту та реліз, що слугують контрольними точками для моніторингу прогресу [50].

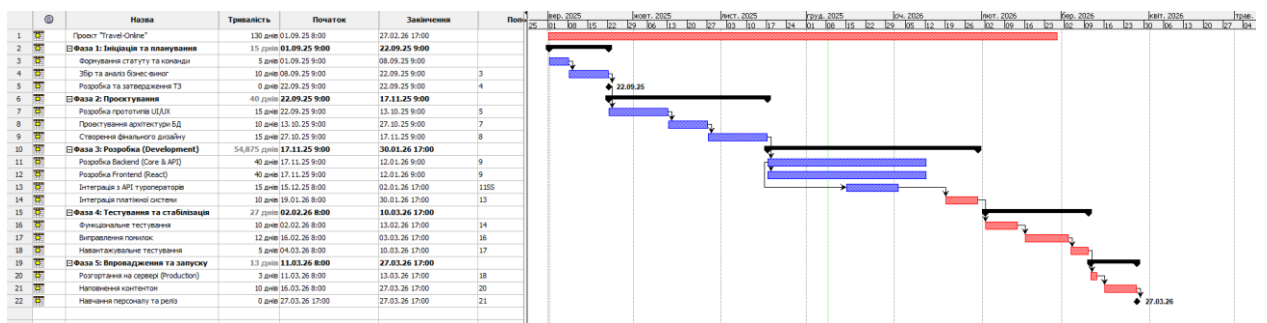


Рис. 4.3. Календарний графік реалізації проєкту (Діаграма Ганта)

4.4. Планування ресурсного забезпечення та розрахунок бюджету проєкту

Ефективне управління фінансовими ресурсами є фундаментом успішної реалізації будь-якого інформаційно-технологічного проєкту, оскільки воно забезпечує безперервність процесів розробки та впровадження. Бюджет проєкту «Travel-Online» виступає фінансовим відображенням плану управління ресурсами, що акумулює всі прогнозовані витрати, необхідні для виконання робіт у межах визначеного змісту та термінів. Для забезпечення максимальної точності розрахунків у даній роботі було застосовано метод оцінки «знизу-вгору» (Bottom-up Estimating). Цей підхід передбачає детальну калькуляцію вартості кожного окремого пакету робіт, визначеного в

ієрархічній структурі робіт (WBS), з подальшою агрегацією цих витрат на рівнях контрольних рахунків та проекту в цілому, що дозволяє мінімізувати похибку планування [45].

Загальна структура бюджету проекту сформована з урахуванням специфіки індустрії розробки програмного забезпечення та включає три ключові категорії витрат. Першою і найбільш вагомою складовою є прямі витрати, основу яких становить фонд оплати праці проєктної команди. Розрахунок цієї статті базується на актуальних ринкових погодинних ставках фахівців рівня Middle та Senior, кваліфікація яких необхідна для реалізації складної архітектури на базі Python/Django та React.js, а також включає всі необхідні податкові зобов'язання та соціальні внески згідно з чинним законодавством. Друга категорія охоплює операційні та інфраструктурні витрати, які покривають оренду хмарних обчислювальних потужностей для розгортання серверів розробки, тестування та продуктового середовища, придбання доменного імені, SSL-сертифікатів для криптографічного захисту транзакцій, а також вартість ліцензій на спеціалізоване програмне забезпечення для управління проєктами та дизайну. До цієї ж категорії віднесено витрати на маркетингову кампанію, необхідну для реалізації стратегії виведення продукту на ринок. Третьою складовою є фінансові резерви, зокрема управлінський резерв, закладений для покриття непередбачуваних витрат, пов'язаних з ідентифікованими та неідентифікованими ризиками, такими як курсові коливання або термінова необхідність залучення вузькопрофільних експертів [43]. Така деталізація кошторису забезпечує високу фінансову дисципліну та дозволяє стейкхолдерам здійснювати прозорий контроль за цільовим використанням інвестицій, гарантуючи, що проєкт залишатиметься рентабельним та фінансово стійким навіть за умови виникнення незначних відхилень від базового плану реалізації.

Зведений бюджет проєкту «Travel-Online»

Стаття витрат	Склад витрат	Сума (грн)
1. Фонд оплати праці	Зарплати команди (PM, Devs, QA, Design) та податки	2 650 000
2. Інфраструктура та ПЗ	Оренда серверів, ліцензії, домен, SSL	350 000
3. Маркетинг	SEO-оптимізація, контекстна реклама, просування	550 000
4. Резерв	Управлінський резерв на покриття ризиків	350 000
ВСЬОГО:		3 900 000

Детальний аналіз наведених фінансових показників дозволяє зробити обґрунтований висновок про структуру капіталовкладень та пріоритети фінансування. Абсолютним лідером за обсягом витрат є стаття «Фонд оплати праці», яка становить близько 68% від загального бюджету проєкту. Такий розподіл є цілком закономірним для інтелектомістких ІТ-проєктів, де головним активом, що створює додану вартість, є компетенції та час розробників. Витрати на маркетинг, що складають 14% бюджету, займають другу позицію, що підкреслює критичну важливість агресивної стратегії виходу на висококонкурентний ринок туристичних онлайн-послуг одразу після технічного релізу платформи. Витрати на інфраструктуру та програмне забезпечення (9%) вдалося оптимізувати завдяки стратегічному рішення про використання технологій з відкритим кодом, що дозволило спрямувати кошти переважно на забезпечення надійного хостингу та безпеки даних. Наявність резервного фонду у розмірі 9% свідчить про зважений підхід до планування та фінансову готовність до нівелювання потенційних ризиків. Для наочного порівняння співвідношення статей витрат побудовано стовпчикову діаграму.

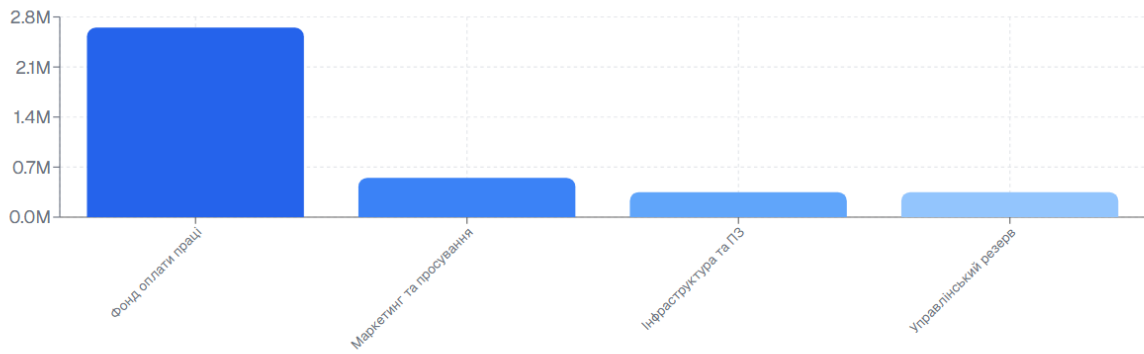


Рис. 4.4. Структура бюджету проєкту.

4.5. Визначення ключових показників ефективності (KPI) та управління ризиками проєкту

Для забезпечення об'єктивного контролю за ходом реалізації проєкту та оцінки успішності досягнення його стратегічних цілей було розроблено систему ключових показників ефективності (KPI). Ці показники слугують вимірними індикаторами, що дозволяють стейкхолдерам у будь-який момент часу отримати чітке уявлення про стан проєкту «Travel-Online» та відповідність фактичних результатів запланованим. Система KPI для даного проєкту сформована за збалансованим принципом і охоплює три основні виміри: бізнес-ефективність, дотримання проєктних обмежень та технічну якість продукту.

У площині бізнес-ефективності основним стратегічним орієнтиром визначено збільшення обсягу онлайн-продажів туристичних послуг. Цільовий показник встановлено на рівні приросту в 30% протягом першого року промислової експлуатації платформи порівняно з базовим періодом. Цей KPI є інтегральним і відображає не лише технічну справність системи, а й її зручність для користувачів та ефективність маркетингових інструментів. Іншим критично важливим фінансовим показником є рентабельність інвестицій (ROI), цільове значення якого заплановано на рівні не нижче 90% за підсумками трьох років функціонування системи. Досягнення цього

показника підтвердить економічну доцільність вкладених у розробку коштів та ефективність обраної бізнес-моделі.

Група показників проєктних обмежень фокусується на дисципліні виконання робіт. Ключовим часовим індикатором є запуск мінімально життєздатного продукту (MVP) у чітко визначений директивний термін — через 6 місяців після старту проєкту. Дотримання цього дедлайну є критичним з огляду на фактор сезонності туристичного попиту. Бюджетна дисципліна контролюється через показник відхилення від затвердженого кошторису (Cost Variance), гранично допустиме значення якого встановлено на рівні не більше 10%. Перевищення цього порогу вимагатиме ескалації проблеми на рівень спонсора проєкту та застосування процедур управління змінами.

Технічні показники якості визначають експлуатаційні характеристики веб-платформи. З огляду на високі вимоги до користувацького досвіду (UX) у сфері e-commerce, критичним KPI є час відповіді системи на пошуковий запит користувача, який не повинен перевищувати 3 секунди при пікових навантаженнях. Забезпечення такої швидкодії гарантує утримання уваги клієнта та знижує показник відмов (Bounce Rate). Показником якості розробки є відсутність критичних помилок (Critical Bugs) на момент релізу, що блокують основні бізнес-сценарії (бронювання, оплата), а також успішне проходження навантажувального тестування (Load Testing), яке підтверджує здатність системи обробляти до 1000 одночасних запитів.

Другим, не менш важливим компонентом системи управління проєктом, є управління ризиками. Це інтегральна складова успішного проєктного менеджменту, яка дозволяє команді розробників передбачити потенційні проблеми та мінімізувати їх вплив на цілі проєкту. Процес управління ризиками для платформи «Travel-Online» включає систематичну ідентифікацію, якісний та кількісний аналіз, планування заходів реагування та постійний моніторинг.

В ході ідентифікації та аналізу було виділено низку загроз, які класифіковано за джерелами виникнення та рівнем небезпеки. Найбільш

критичним ризиком (високий рівень загрози) визначено можливу зміну вимог стейкхолдерів у процесі розробки, що може призвести до «розповзання змісту» проєкту. Для протидії цьому заплановано регулярні демонстрації проміжних результатів (демо-покази) та суворої фіксації всіх вимог у системі трекінгу задач Jira.

До ризиків середнього рівня загрози віднесено технічні дефекти (баги) та проблеми інтеграції, зокрема відсутність доступу до API туроператорів. Для мінімізації першого ризику будуть застосовані автотести та обов'язкове код-рев'ю перед кожним релізом. Проблема з API вирішуватиметься шляхом використання мок-даних (імітації відповідей сервера) на етапі розробки та завчасного узгодження доступу з партнерами. Також середнім рівнем загрози характеризується ризик перевищення дедлайнів, для уникнення якого в календарний план закладаються буфери часу та проводиться чітка пріоритезація завдань.

Ресурсний ризик, пов'язаний із хворобою ключових розробників, оцінено як низький, але він також врахований у плані реагування [29]. Основними заходами тут є ведення детальної технічної документації (Wiki) та практика парного програмування, що забезпечує взаємозамінність у команді.

Узагальнена інформація щодо ідентифікованих ризиків та стратегій реагування наведена в Таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Карта ризиків проєкту «Travel-Online»

Ризик	Рівень загрози	Заходи з мінімізації
Зміна вимог стейкхолдерів	Високий	Регулярні демо-покази, фіксація вимог у Jira
Технічні дефекти (баги)	Середній	Автотести, код-рев'ю перед релізом

Ризик	Рівень загрози	Заходи з мінімізації
Відсутність доступу до API туроператорів	Середній	Використання мок-даних, узгодження доступу заздалегідь
Хвороба ключових розробників	Низький	Ведення документації (Wiki), парне програмування
Перевищення дедлайнів	Середній	Закладання буферів часу, пріоритезація завдань

Таким чином, імплементація розробленої системи ключових показників ефективності (КПІ) у поєднанні зі стратегією управління ризиками формує цілісний управлінський механізм, який гарантує прогнозованість та керованість проєктної діяльності на всіх етапах. Запропонована система метрик виходить за межі простої фіксації статистики, стаючи потужним інструментом підтримки прийняття рішень, що дозволяє керівнику здійснювати безперервний моніторинг та оперативно ідентифікувати відхилення від плану ще до їх переростання у критичні проблеми. Формалізований підхід до управління ризиками створює захищене середовище, де потенційні загрози — технічні збої, кадрові зміни чи ринкові коливання — мають заздалегідь розроблені сценарії реагування. Глибока інтеграція інструментів контролю забезпечує прозорість процесів для стейкхолдерів, нівелюючи фактор невизначеності. Це дозволяє команді дотримуватися бюджету та директивних строків, гарантуючи високу якість цифрового продукту та успішне досягнення стратегічних бізнес-цілей.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра вирішено важливу науково-прикладну задачу, яка полягає в обґрунтуванні та розробці комплексної системи управління проектом створення веб-платформи для туристичної агенції. Актуальність проведеного дослідження підтверджується стрімкою цифровізацією світової економіки та необхідністю адаптації вітчизняних туристичних підприємств до нових вимог ринку, де ключовим фактором конкурентоспроможності стає наявність автоматизованих каналів онлайн-продажів. Результати виконаної роботи свідчать про досягнення поставленої мети, яка полягала у створенні ефективного механізму управління процесами проектування, розробки та впровадження програмного продукту, здатного забезпечити зростання економічної ефективності діяльності туристичної агенції.

У ході дослідження було проведено ґрунтовний системний аналіз сучасного стану ринку туристичних послуг, який виявив стійку тенденцію до переходу основних обсягів бронювання в онлайн-сегмент. Аналіз діяльності об'єкта дослідження — конкретної туристичної агенції — дозволив ідентифікувати низку критичних проблем, серед яких висока частка ручної праці менеджерів, відсутність можливості обслуговування клієнтів у режимі 24/7 та залежність від застарілих офлайн-методів комунікації. Встановлено, що існуючі на ринку типові SaaS-рішення не задовольняють повною мірою потреб агенції у розвитку власного бренду та гнучкості бізнес-процесів, що стало підставою для прийняття обґрунтованого рішення про доцільність реалізації проекту створення власної веб-платформи «Travel-Online».

Вагомим науковим результатом роботи стала формалізація математичних моделей основних бізнес-процесів платформи. Розроблена теоретико-множинна модель пошуку та фільтрації туристичних продуктів дозволила структурувати складні багатокритеріальні запити користувачів і забезпечити високу релевантність вибірки турів. Особливу увагу було

приділено математичному опису процесу бронювання, де застосування логічних функцій перевірки доступності слотів у режимі реального часу дозволяє уникнути конфліктів та гарантувати актуальність даних, отриманих від зовнішніх постачальників. Крім того, розроблена модель динамічного ціноутворення, яка враховує складну структуру вартості туру, знижки для різних категорій туристів та вартість додаткових послуг, забезпечує прозорість фінансових розрахунків і є основою для коректної роботи платіжного модуля.

На основі розроблених концептуальних моделей було спроектовано архітектуру інформаційної системи та структуру бази даних. Вибір трирівневої клієнт-серверної архітектури з використанням сучасного технологічного стеку Python/Django для серверної частини та React.js для клієнтського інтерфейсу дозволив забезпечити необхідний рівень продуктивності, безпеки та масштабованості системи. Проектування реляційної бази даних на основі СУБД PostgreSQL, виконане з дотриманням правил нормалізації, гарантує цілісність даних про користувачів, замовлення та фінансові транзакції. Запропоновані алгоритми функціонування системи та дизайн інтерфейсів користувача орієнтовані на забезпечення максимальної зручності та інтуїтивної зрозумілості, що є критичним фактором для підвищення конверсії відвідувачів у покупців.

Ключовим елементом роботи стала розробка детального плану управління проектом, який базується на використанні гібридної методології. Поєднання інструментів класичного проектного менеджменту, таких як ієрархічна структура робіт (WBS) і календарне планування за методом критичного шляху, з гнучкими підходами до розробки програмного забезпечення дозволило створити збалансовану систему управління. Розроблений календарний план-графік підтверджує можливість реалізації проекту у встановлений директивний термін тривалістю шість місяців, що дозволяє запуснути платформу до початку активного туристичного сезону. Сформована організаційна структура проектної команди та матриця відповідальності RACI чітко розмежовують повноваження учасників та

забезпечують ефективну комунікацію на всіх етапах життєвого циклу проєкту.

Економічні розрахунки, проведені в роботі, переконливо свідчать про високу інвестиційну привабливість проєкту. Загальний бюджет реалізації, розрахований методом «знизу-вгору», становить 3 900 000 грн, при цьому левова частка витрат спрямована на формування висококваліфікованої команди розробників. Прогнозні показники ефективності демонструють, що впровадження платформи дозволить збільшити обсяг онлайн-продажів на 30% вже протягом першого року експлуатації. Розрахунковий термін окупності інвестицій становить 1,3 роки, а показник рентабельності інвестицій (ROI) за три роки перевищує 90%, що є високим показником для ІТ-проєктів у сфері послуг. Окрім прямого економічного ефекту, реалізація проєкту забезпечить значний соціальний ефект за рахунок підвищення якості обслуговування клієнтів та покращення умов праці персоналу.

Управління ризиками проєкту, пророблене у дослідженні, дозволило ідентифікувати ключові загрози, пов'язані з технічною складністю інтеграції API, змінами вимог та можливим недотриманням термінів. Розроблені стратегії реагування, що включають створення буферів часу, використання мок-даних при розробці та регулярні демонстрації проміжних результатів, мінімізують вплив невизначеності на успішність проєкту. Визначені ключові показники ефективності (KPI) створюють прозору систему моніторингу та контролю, дозволяючи замовнику об'єктивно оцінювати прогрес виконання робіт.

Таким чином, у роботі обґрунтовано та розроблено пакет документації для реалізації проєкту «Travel-Online». Отримані результати мають цінність для галузі, оскільки запропоновані підходи адаптуються для інших підприємств сфери послуг. Впровадження системи дозволить автоматизувати рутинні процеси, забезпечити надійний канал продажів, зміцнити ринкові позиції та досягти стратегічних цілей в умовах цифрового середовища.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берко А. Ю., Верес О. М. Системи баз даних та знань: підручник. Львів: Магнолія-2006, 2018. 674 с.
2. Бушуєв С. Д., Морозов В. В. Динамічне лідерство в управлінні проєктами: монографія. Київ: Українська асоціація управління проєктами, 2010. 312 с.
3. Гайдайчук О. В. Проєктування баз даних: навчальний посібник. Київ: НУБіП України, 2019. 245 с.
4. Глибовець М. М., Силенок Н. М. Системи штучного інтелекту: навч. посіб. Київ: НаУКМА, 2018. 216 с.
5. Голдрат Е. М. Критичний ланцюг / пер. з англ. Київ: Наш Формат, 2018. 288 с.
6. Дворжак В. В., Томка Ю. Я. Управління ІТ-проєктами. Частина 1: Бізнес-аналіз та ініціація проєкту. Чернівці: Технодрук, 2022. 521 с.
7. Державна служба статистики України. Туристична діяльність в Україні: статистичний бюлетень. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Закон України «Про туризм»: за станом на 1 січня 2024 р. / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/324/95-вр>.
9. Зачко О. Б., Івануса А. І., Кобилкін Д. С. Управління проєктами: теорія, практика, інформаційні технології. Львів: ЛДУ БЖД, 2019. 173 с.
10. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу: підручник. Київ: Видавнича група ВНУ, 2018. 544 с.
11. Катренко А. В. Управління ІТ-проєктами: підручник. Львів: Новий Світ-2000, 2021. 550 с.
12. Ковшун Н. Е., Левун О. І. Аналіз та реалізація проєктів: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2022. 350 с.
13. Кон М. Оцінювання і планування в Agile / пер. з англ. Г. Якубовська. Харків: Ранок, Фабула, 2019. 336 с.

14. Котлер Ф., Боуен Дж., Мейкенз Дж. Маркетинг. Гостинність. Туризм: підручник. Київ: Видавництво «Мандруй», 2020. 1056 с.
15. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Тараненко Р. А. Моделі та засоби управління IT-проектами: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 222 с.
16. Купер А., Рейман Р., Кронін Д. Про інтерфейс. Основи проектування взаємодії. Київ: Фабула, 2020. 720 с.
17. Литвин В. В. Бази даних та знань: підручник. Львів: Магнолія-2006, 2019. 368 с.
18. Макконнелл С. Досконалий код: Майстер-клас / пер. з англ. Київ: ВНУ, 2019. 896 с.
19. Мальська М. П., Худо В. В. Туристичний бізнес: теорія та практика: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 424 с.
20. Матвійчук А. В. Моделювання та оптимізація економічних процесів: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2019. 286 с.
21. Мельниченко С. В. Інформаційні технології в туризмі: теорія, методологія, практика: монографія. Київ: КНТЕУ, 2008. 493 с.
22. Методичні рекомендації з розроблення бізнес-плану інвестиційного проекту: Наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України від 08.09.2003 № 290. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0290557-03>.
23. Морозов В. В., Коломієць А. С. Використання ціннісного підходу для управління інноваційними проектами. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2021. № 2. С. 32–38.
24. Морозов В. В., Коломієць Г. С. Формування, управління та розвиток команди проекту (поведінкові компетенції): навч. посіб. Київ: Таксон, 2009. 464 с.
25. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика: підручник. Львів: Магнолія-2006, 2016. 432 с.

26. Офіційний сайт компанії «Поїхали з нами». URL: <https://poehalisnami.ua/>
27. Плескач В. Л., Затонацька Т. Г. Електронна комерція: підручник. Київ: Знання, 2007. 535 с.
28. Правила надання послуг пасажирського автомобільного транспорту: Постанова Кабінету Міністрів України від 18.02.1997 № 176. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176-97-п>.
29. Сазонець І. Л. Управління проектами та ризиками в туризмі: навч. посіб. Київ: ЦУЛ, 2023. 248 с.
30. Совайк Б. Архітектура програмного забезпечення: практичний посібник. Київ: Діалектика, 2020. 480 с.
31. Соммервіль Я. Інженерія програмного забезпечення / пер. з англ. 10-те вид. Київ: Наукова думка, 2020. 940 с.
32. Тесля Ю. М. Несилова взаємодія в проектах: монографія. Київ: Наук. вид., 2020. 280 с.
33. Тянь Р. Б., Холод І. В., Ткаченко В. А. Управління проектами: підручник. Київ: ЦУЛ, 2018. 224 с.
34. Фаулер М. Архітектура корпоративних програмних додатків. Вільямс, 2017. 544 с.
35. Чумаченко І. В., Доценко Н. В. Управління проектами: процеси планування проектних дій: підручник. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2016. 673 с.
36. Шваб К. Четверта промислова революція. Харків: Клуб Сімейного Дозвілля, 2019. 416 с.
37. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Seventh Edition. Project Management Institute, 2021. 370 p.
38. Chaffey D. Digital Business and E-Commerce Management. 7th ed. Pearson, 2019. 680 p.
39. Django Documentation. URL: <https://docs.djangoproject.com/>.
40. Heldman K. PMP: Project Management Professional Exam Study Guide. 9th Edition. Sybex, 2018. 912 p.

- 41.ISO 21500:2012. Guidance on project management. International Organization for Standardization, 2012.
- 42.Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. 16th ed. Pearson, 2020. 648 p.
- 43.Mulcahy R. Risk Management: Tricks of the Trade for Project Managers. RMC Publications, 2010. 460 p.
- 44.PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. URL: <https://www.postgresql.org/>.
- 45.Practice Standard for Project Estimating. 2nd Edition. Project Management Institute, 2019. 100 p.
- 46.Practice Standard for Scheduling. 3rd Edition. Project Management Institute, 2019. 148 p.
- 47.React – A JavaScript library for building user interfaces. URL: <https://reactjs.org/>.
- 48.Schwalbe K. Information Technology Project Management. 9th ed. Cengage Learning, 2018. 672 p.
- 49.UNWTO World Tourism Barometer and Statistical Annex. URL: <https://www.unwto.org/>
- 50.Verzuh E. The Fast Forward MBA in Project Management. 6th Edition. Wiley, 2021. 512 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Паспорт проєкту

Параметр	Характеристика
Назва проєкту	Розробка та впровадження комплексної автоматизованої веб-платформи для онлайн-бронювання туристичних послуг «Travel-Online»
Замовник	Генеральний директор ТОВ «Мережа Турагенцій «Поїхали з нами» (Київська філія), як основний стейкхолдер та ініціатор цифрової трансформації бізнесу
Керівник проєкту	Пасічник Андрій Сергійович
Мета проєкту	Створення високотехнологічної веб-платформи на базі сучасної клієнт-серверної архітектури забезпечує повну цифрову автоматизацію циклу продажу туристичних продуктів — від інтелектуального параметричного пошуку через API туроператорів до захищеної фінансової транзакції та автоматичної генерації документів (ваучерів, договорів). Реалізація проєкту має на меті збільшення обсягу онлайн-продажів на 30% протягом першого року експлуатації завдяки впровадженню режиму роботи 24/7 та досягнення показника повернення інвестицій (ROI) на рівні не нижче 90% за 3 роки, що гарантує швидку окупність вкладених ресурсів та зміцнення конкурентоспроможності бізнесу

Параметр	Характеристика
Продукт проекту	<p>Продукт являє собою комплексну автоматизовану веб-платформу, реалізовану на базі сучасної клієнт-серверної архітектури. Система складається з адаптивної клієнтської частини (Frontend), захищеного серверного ядра (Backend), оптимізованої бази даних та адміністративної панелі.</p> <p>Функціональна структура включає модуль наскрізної інтеграції з API туроператорів для синхронізації даних у реальному часі, інтелектуальну пошукову систему з гнучкими фільтрами, модуль транзакційного бронювання, інтегрований платіжний шлюз для безпечної онлайн-оплати та особистий кабінет користувача.</p>
Основні вимоги	<ul style="list-style-type: none"> • Інтеграція: Забезпечення стабільного обміну даними з провідними туроператорами (Join UP!, TUI, Coral Travel, Anex Tour) через протоколи REST/SOAP та формати XML/JSON. • Продуктивність: Час відповіді системи на пошуковий запит не повинен перевищувати 3 секунди при піковому навантаженні до 1000 одночасних користувачів. • Безпека: Повна відповідність міжнародним стандартам безпеки платежів PCI DSS та регламенту захисту персональних даних GDPR. • Адаптивність: Реалізація інтерфейсу за принципом Mobile First Design для коректного відображення на всіх типах мобільних пристроїв та планшетів.

Параметр	Характеристика
Критерії успіху	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск MVP (Minimal Viable Product) у промислову експлуатацію в повному обсязі функціоналу через 6 місяців після старту. • Відхилення фактичних витрат від затвердженого бюджету не перевищує 10%. • Відсутність критичних помилок (Critical/Blocker Bugs) на момент офіційного релізу. • Позитивні результати навантажувального тестування та успішне проходження UAT (User Acceptance Testing) замовником.
Бюджет проєкту	<p>Загальний обсяг фінансування становить 3 900 000 грн. Бюджет включає витрати на фонд оплати праці команди розробки, придбання ліцензій на спеціалізоване ПЗ, оренду хмарної інфраструктури, проведення комплексу тестувань та фінансування первинної маркетингової кампанії.</p>
Директивні строки	<p>6 місяців (24 календарні тижні) з моменту офіційного затвердження Статуту проєкту до передачі готового продукту в експлуатацію.</p>
Основні ризики	<ul style="list-style-type: none"> • Технічні ризики: складна інтеграція з API, проблеми сумісності, архітектурні помилки. • Організаційні ризики: зрив строків, зміна вимог замовника, втрата ключових співробітників. • Ринкові ризики: законодавчі зміни, нові конкуренти, форс-мажор.

Карта ризиків проєкту

Ризик	Рівень загрози	Заходи з мінімізації
Неконтрольована зміна вимог стейкхолдерів (Scope Creep)	Високий	Впровадження суворої процедури контролю змін (Change Request Management), проведення регулярних демонстрацій продукту (Sprint Review) кожні два тижні для отримання зворотного зв'язку, детальна фіксація всіх користувацьких історій та критеріїв приймання (Definition of Done) у системі Jira.
Виникнення критичних технічних дефектів (багів)	Середній	Побудова надійного процесу безперервної інтеграції та доставки (CI/CD) з обов'язковим виконанням автоматизованого тестування (Unit та інтеграційні тести), впровадження суворої політики перехресного код-рев'ю (Code Review) командою перед злиттям коду в основну гілку, а також проведення комплексного навантажувального тестування системи перед кожним релізом.

Ризик	Рівень загрози	Заходи з мінімізації
Відсутність або затримка доступу до API туроператорів	Середній	Використання технології Mocking (емуляції даних) для продовження розробки інтерфейсів без реального з'єднання, завчасне юридичне та технічне узгодження протоколів доступу з партнерами на етапі ініціації, створення адаптерів для швидкого перемикавання між провайдерами.
Тимчасова втрата працездатності ключових розробників	Низький	Систематичне ведення технічної документації та бази знань проекту (Wiki/Confluence) для збереження експертизи, застосування практик парного програмування на критичних ділянках архітектури, дотримання єдиних стандартів кодування для спрощення передачі справ.
Ризик перевищення директивних дедлайнів (зрив строків)	Середній	Закладання проектних часових буферів (10-15%) у календарний план-графік, динамічна пріоритезація завдань за методом MoSCoW (фокус на реалізації критичного функціоналу MVP), щоденний моніторинг прогресу та виявлення блокерів на Stand-up мітингах.