

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Світлана ВАЩЕНКО

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,

освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування»

на тему: Вебдодаток підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу

Здобувача групи ІТ-01 Терещенка Івана Івановича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Іван ТЕРЕЩЕНКО

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Анна НЕНЯ

(підпис)

Суми – 2024

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. зав. кафедри ІТ

_____ Світлана ВАЩЕНКО

«__» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Терещенка Івана Івановича

1 Тема роботи Вебдодаток підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу
керівник роботи Неня Анна Вікторівна, к.т.н., доцент

затверджені наказом по університету від « 07 » 05 2024 р. №0482-VI

2 Строк подання студентом роботи « 30 » 05 2024 р.

3 Вхідні дані до роботи технічне завдання

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз предметної області, моделювання та проектування вебдодатку, розробка та тестування вебдодатку

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Актуальність розробки, постановка задачі, аналіз додатків-аналогів, порівняльна таблиця, функціональні вимоги, структурно-функціональне моделювання, реалізація та тестування вебдодатку

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження предметної області	04.04.24 – 06.04.24	
2	Оформлення технічного завдання	07.04.24 – 09.04.24	
3	Огляд останніх досліджень та аналогів	10.04.24 – 12.04.24	
4	Вибір засобів реалізації	13.04.24 – 14.04.24	
5	Моделювання вебдодатку	15.04.24 – 16.04.24	
6	Проектування вебдодатку	17.04.24 – 19.04.24	
7	Структурно-функціональний аналіз	20.04.24 – 25.04.24	
8	Розробка вебдодатку	26.04.24 – 22.05.24	
9	Тестування вебдодатку	23.05.24 – 24.05.24	
10	Оформлення звіту	25.05.24 – 26.05.24	

Студент

(підпис)

Іван ТЕРЕЩЕНКО

Керівник роботи

(підпис)

к.т.н., доц. Анна НЕНЯ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Вебдодаток підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 17 найменувань, додатків. Загальний обсяг роботи – 63 сторінки, у тому числі 42 сторінки основного тексту, 2 сторінки списку використаних джерел, 22 сторінки додатків.

Актуальність роботи: Розробка NFT-маркетплейсу є важливою через зростаючий інтерес до блокчейну та Web3, що вимагає створення сучасних і безпечних платформ для торгівлі цифровими активами. Розроблений вебдодаток відповідає цим вимогам. Він забезпечує конкурентоспроможність і задовольняє потреби користувачів у динамічному середовищі NFT.

Засоби розроблення: HTML, CSS, JavaScript, React.js, Node.js, Solidity, Hardhat, Pinata API.

Моделювання вебдодатку: структурно-функціональне моделювання, проектування інформаційної системи, схема зберігання даних, архітектура вебдодатку.

Мета роботи: Мета проекту полягає в розробці та запуску зручного вебдодатку, спрямованого на створення ефективного середовища для обміну та торгівлі унікальними цифровими активами.

Ключові слова: вебдодаток, блокчейн, NFT, маркетплейс, Hardhat, Solidity, Pinata, Sepolia.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	7
1.1 Огляд останніх досліджень	7
1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів	10
1.3 Постановка задачі.....	13
1.4 Вибір засобів реалізації	14
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕБДОДАТКУ	16
2.1 Структурно-функціональне моделювання	16
2.2 Проектування інформаційної системи.....	18
2.3 Схема зберігання даних	19
2.4 Архітектура вебдодатку.....	20
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБДОДАТКУ	23
3.1 Програмна реалізація.....	23
3.2 Настанови з використання вебдодатку	30
3.3 Тестування розробки	35
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41
ДОДАТОК А.....	43
ДОДАТОК Б.....	51

ВСТУП

У сучасному світі, розробка вебдодатку для торгівлі NFT представляє велику цінність та актуальність. Токени Non-Fungible Tokens (NFT) зробили революцію у сфері криптовалют та блокчейн-технологій. Метою даної кваліфікаційної роботи є – створити зручний маркетплейс для купівлі та продажу цифрових активів, тобто токенів у формі NFT.

Створення вебдодатку для підтримки діяльності NFT відкриває нові можливості для онлайн митців та інших творчих діячів. Це дозволяє їм створювати та продавати свої роботи. Крім того, торговий майданчик дасть користувачам можливість купувати/продавати NFT, гарантуючи безпеку.

Розвиток маркетплейсів NFT відкриває нові можливості для створення та обміну унікальним вмістом, який відображає креативність кожного користувача.

Проект інтегрує новітні технології та відповідає потребам цифрових активів, що робить його важливим у контексті сучасного цифрового ринку.

Метою кваліфікаційної роботи є створення зручного та безпечного NFT маркетплейсу, який забезпечить ефективність взаємодії та буде підлаштовуватись відповідно до вимог сучасного ринку. Основні завдання проекту включають: аналіз сучасного стану розвитку блокчейн-технологій, огляд аналогічних платформ для торгівлі NFT, розробку блокчейн-інфраструктури для забезпечення безпеки та прозорості транзакцій, а також створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача.

Об'єкт дослідження: Non-fungible tokens маркетплейс.

Предмет дослідження: вебдодаток підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу.

Практична цінність роботи: розроблений вебдодаток дозволить користувачам легко створювати, купувати та продавати NFT, що сприятиме розвитку ринку цифрових активів.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд останніх досліджень

Останні результати досліджень у сфері блокчейну підтверджують швидкий розвиток цієї технології та її вплив на різні сектори економіки, технології та суспільство в цілому. Детальний аналіз проведених досліджень виявив кілька важливих аспектів цього розвитку.

По-перше, одним із важливих напрямків досліджень є впровадження блокчейну у фінанси. Вони показують, що блокчейн може революціонізувати фінансові послуги, зменшивши витрати та підвищивши швидкість і безпеку транзакцій.

Другим важливим аспектом є використання блокчейну в розробці систем цифрової ідентифікації. Дослідження показують, що він може забезпечити безпеку та конфіденційність під час керування особистими даними.

Цими дослідженнями займається Ethereum Foundation, створюючи відкриту Ethereum documentation та заохочуючи усіх приєднуватися до розробки та покращення блокчейн технологій[8].

Крім того, блокчейн пропонує великий потенціал для покращення управління ланцюгом поставок. Ця технологія допомагає відстежувати джерело та маршрут товарів, сприяючи більшій прозорості та надійності цих процесів.

Сучасний розвиток криптовалют вказує на роль блокчейна в інноваціях і розвитку стартапів. Вони шукають збільшення інвестицій у ці сфери та відкривають нові можливості для розробки нових продуктів і послуг.

Тенденцією останніх досліджень є прийняття великого потенціалу блокчейну як технології, яка може покращити різні сектори економіки та суспільства.

Дослідженнями у сфері масового прийняття блокчейну технологій займаються досвідчені працівники великих веб3 компаній. Вони створюють ресурси, які могли б

допомогти рядовому користувачу швидше розібратися у сфері криптовалюти, наприклад: How to NFT від Coingecko [7], де роз'яснюються всі нюанси про взаємодію з NFT токенами. Також криптовалютні біржі ведуть блоги де роз'яснюють останні оновлення в світі блокчейну. Ось як оновлення Ethereum Dencun від Binance blog [10], де зрозуміло роз'яснили на що буде впливати останнє оновлення Ethereum.

Важливо продовжувати розвиватися в цій галузі, щоб повністю зрозуміти його вплив і максимізувати його користь для людства.

Останні дослідження в галузі NFT відображають підвищену зацікавленість до цього типу активів і його потенціалу в різних сферах. Головні напрямки досліджень у цій галузі можна розділити на кілька ключових аспектів.

По-перше, активно досліджуються фінансові та економічні галузі NFT. Ці дослідження базуються на аналізі таких аспектів, як: ціни та об'єми транзакцій, які впливають на цінність NFT. Одним із джерел, яке розглядає цей аспект, є дослідження «Що таке NFT: навіщо вони потрібні та чи є в них цінність?» від української криптовалютної біржі WhiteBIT.[1] У цій статті автор аналізує економічні та фінансові аспекти NFT і розглядає їх цінність як сучасних цифрових активів.

Другий напрямок досліджень – технічні аспекти незамінних токенів (NFT).

Цей напрямок включає розробку нових стандартів і протоколів для створення та торгівлі NFT, а також дослідження питань безпеки та конфіденційності цифрових токенів.

Одним із центральних джерел у цьому напрямку є дослідження «ERC-721: Non-Fungible Token Standard» Ethereum Foundation [2]. У цьому дослідженні стандарт ERC-721 розглядається як основа для створення NFT на основі блокчейну Ethereum. В ньому розглядаються технічні аспекти стандарту ERC-721: його структуру, функціональні можливості та вплив на розвиток екосистеми NFT. Іншим важливим джерелом інформації є дослідження «Systematic Literature Review: Blockchain Security in NFT Ownership», опубліковане в журналі «IEEE Access» [3]. Він аналізує безпеку та конфіденційність NFT.

Автори цього дослідження розглядають потенційні загрози та вразливості, які можуть виникнути під час роботи з цими цифровими активами, і розглядають можливі шляхи підвищення їх безпеки.

Третім важливим напрямком досліджень у сфері незамінних токенів (NFT) є соціологічний аспект, який досліджує вплив NFT на різні аспекти сучасного суспільства та культури.

Ці дослідження аналізують роль NFT у цифровій творчості, розвитку художників і креативних індустрій, а також досліджують поведінкові та психологічні аспекти взаємодії користувачів із цими цифровими активами. Дуже інформативним джерелом у цьому напрямку є дослідження "The impact of non-fungible tokens (NFT) on the art world", яке створив Machulin Leonid[4]. Це дослідження вказує на значний вплив, який має NFT на різні творчі сфери, такі як мистецтво та музика, і аналізує потенційний розвиток цих галузей в цьому напрямку.

В статті «Non-Fungible Tokens (NFTs) in the Art Market», опублікована в Artsper Magazine [5], розглядаються теоретичні та практичні аспекти використання NFT у мистецтві. Зокрема акцентується на їхній ролі у забезпеченні автентичності та приділяється увага правам власності, тому під час розробки маркетплейсу треба забезпечити гарантію власності невзаємозамінних токенів.

Крім того, дослідження в галузі NFT стосуються інноваційного застосування цих цифрових активів. Вони досліджують потенційне використання NFT у таких сферах, як віртуальна реальність, цифрові колекції, віртуальні музеї та електронна комерція.

Останні дослідження в правовому полі NFT допомагають розібратися в різних нюансах правового регулювання унікальних токенів, які з кожним роком стають все більш популярними. Дослідження в цьому напрямку акцентуються на тому, чи вважаються NFT цифровими активами, і які наслідки це має для взаємодії з ними. Дослідження в цьому напрямку вивчають галузь права, що регулює платформи NFT, процедури ліцензування, обмеження на розповсюдження та продаж NFT, а також вирішення правових питань, пов'язаних із власністю та авторським правом. Деякі дослідження також вивчали правові аспекти використання NFT у фінансових угодах,

такі як регулювання Defi та платіжних протоколів, які підтримують популяризацію NFT. Одним із таких досліджень у правовому полі України є стаття Ігора Смірнова: «Правове регулювання NFT в Україні» [6], де автор розбирає ключові аспекти та нюанси з точки зору юриспруденції та робить великий внесок в розуміння правового середовища, в якому існують ці активи.

Огляд поточних досліджень у сфері NFT демонструє великий інтерес до цього типу цифрових активів та його потенціалу для інновацій і розвитку в різних галузях. Дослідження в цій галузі не тільки розширюють наше розуміння технології й економіки NFT, але й сприяють розробці нових ідей і програм, які можуть змінити спосіб сприйняття та використання цифрових активів.

1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів

Існує багато різних NFT маркетплейсів. Аналізуючи їх, можна дізнатися багато нюансів та визначити сильні і слабкі сторони кожного із них. Для порівняння та аналізу продуктів-аналогів було обрано наступні проєкти: OpenSea, Blur.

OpenSea [12] є однією з найвідоміших та найбільш використовуваних платформ для обміну та торгівлі NFT. Вона пропонує широкий вибір цифрових активів, включаючи мистецтво, відеоігри, музику тощо.

Перший маркетплейс, який буде розглянуто – це OpenSea (рис.1.1). Основними перевагами якого є: можна знайти майже усі існуючі NFT, зручний інтерфейс для користувачів, підтримка багатьох блокчейнів. Серед недоліків можна виділити: високі комісії при обміні та покупці та обмежені можливості для кастомізації.

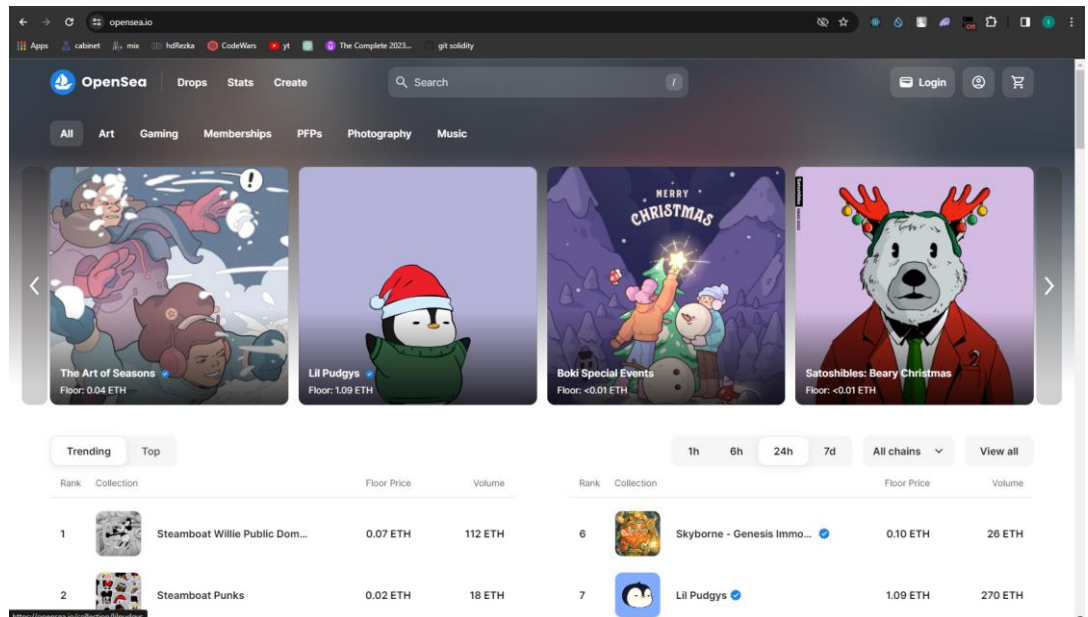


Рисунок 1.1 – Головна сторінка найпопулярнішого додатку для торгівлі NFT – OpenSea

Джерело: [12]

Blur[13] – це відносно новий учасник у сегменті NFT маркетплейсів, спеціалізуючись на цифровому мистецтві та фотографіях (рис 1.2).

Інтерфейс Blur був створений спеціально для трейдерів NFT для того, щоб вони могли швидше могли орієнтуватися в ситуації на ринку та простіше проводити угоди, щоб не втрачати безцінний час. Основні переваги Blur: зручний та зрозумілий дизайн та акцент на швидкості проведення угод. Єдиний недолік, який слід зазначити, це складність освоєння інтерфейсу для новачків.



Рисунок 1.2 – Головна сторінка вебдодатку для торгівлі NFT Blur

Джерело: [13]

В таблиці 1.1. представлена порівняльна характеристика додатків-аналогів, таких як Blur, OpenSea.

Таблиця 1.1 – Порівняльна таблиця характеристик аналогів платформ.

Характеристики	OpenSea	Blur	Розроблюваний додаток
Тип маркетплейсу	Загальний (різноманіття NFT)	Фокус на нових та популярних колекціях	Фокус на митців-новачків

Продовження таблиці 1.1.

Характеристики	OpenSea	Blur	Розроблюваний додаток
----------------	---------	------	-----------------------

Кількість доступних NFT	Велика, різноманітна кількість активів	Обмежена, але фокусована та спеціалізована	Обмежена, але унікальна
Комісії та вартість транзакцій	Високі	Помірні	Низькі
Підтримка блокчейнів	Ethereum, Flow та інші.	Ethereum	Sepolia testnet
Можливість створювати NFT	Ні	Ні	Так
Можливості кастомізації	Обмежені	Основні, можливості для розширення	Основні, можливості для розширення

Джерело: розроблено автором.

Дані з таблиці 1.1 надають змогу під час розробки звернути увагу на цікаві функціональні доповнення, які можна використати, і недоліки, які варто подолати. Розроблюваний програмний продукт повинен мати сучасний дизайн, зручну навігацію та інтерфейс, інтерактивність вебсторінок тощо.

1.3 Постановка задачі

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження вебдодатку підтримки діяльності NFT маркетплейсу – інноваційної електронної платформи, спрямованої на зручну та безпечну торгівлю цифровими активами в форматі NFT. Можна виділити декілька основних задач кваліфікаційної роботи.

Аналіз робіт, вимог та останніх досліджень, визначення завдань, реалізація основної структури та архітектури маркетплейсу, враховуючи вимоги до безпеки та масштабованості.

Моделювання роботи додатку: структурно-функціональне моделювання, проектування інформаційної системи схема зберігання даних, архітектура вебдодатку.

Розробка особистого кабінету користувача з усіма необхідними функціональними можливостями для зручного управління активами та обліку транзакцій.

Впровадження безпечної та зручної системи оплати для проведення транзакцій на платформі.

Створення ефективного механізму для завантаження, обробки та відображення цифрових активів у форматі NFT.

Проведення комплексного тестування платформи з метою виявлення та виправлення будь-яких помилок або неполадок.

1.4 Вибір засобів реалізації

Для реалізації проекту, який передбачає створення вебдодатку підтримки діяльності NFT маркетплейсу, будуть використані такі технології та інструменти:

HTML, CSS, JavaScript: HTML використовується для створення структури вебсторінки та CSS – доступ цієї сторінки для розробки та розробки JavaScript для забезпечення інтерактивності та динамічності програми.

1. React.js[14]: Щоб реалізувати зовнішню частину програми, буде використовуватись бібліотека React.js, яка забезпечує зручний та ефективний спосіб створення інтерфейсів користувача.

2. Node.js [15]: використовуватиметься середовище Node.js для створення бекенд частини програми.

3. Solidity [17]: для забезпечення безпеки та прозорості транзакцій, слід використовувати мову програмування Solidity для створення смарт-контрактів у блокчейні Ethereum.

4. Hardhat буде використовуватися для розробки, тестування та розгортання смарт-контрактів. Це потужний інструмент для розробників Ethereum, який значно спрощує роботу з контрактами.

5. Pinata API буде використовуватися для зберігання та керування медіа-файлами в мережі IPFS (InterPlanetary File System). Це забезпечить децентралізоване та надійне зберігання даних, необхідних для роботи NFT маркетплейсу.

Безпека даних у додатку забезпечується за рахунок використання блокчейн-технологій, які гарантують незмінність і прозорість записів про транзакції. Крім того, всі зображення та метадані NFT зберігаються у децентралізованому сховищі Pinata, що забезпечує надійне та безпечне зберігання. Використання бібліотеки Ethers.js для взаємодії зі смарт-контрактами забезпечує безпечне виконання транзакцій та управління цифровими активами.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕБДОДАТКУ

2.1 Структурно-функціональне моделювання

Для структурно-функціонального моделювання обрано метод IDEF0. У вигляді наочних схем можна розбити процес реалізації проекту на блоки. Це значно спрощує усвідомлення та розуміння цих процесів. Результатом є модель проекту, що складається з ієрархічно впорядкованого набору малюнків і тексту. Для спрощення розуміння зацікавленими сторонами проекту на діаграмах використовуються лише стандартизовані символи. Це спрощує подальший аналіз інформації. Крім того, IDEF0 допоможе вам визначити ваші вимоги та вказати функціональність для подальшого розвитку вашого проекту відповідно до встановлених вимог.

На рисунку 2.1 показано IDEF-0 діаграму для проекту.

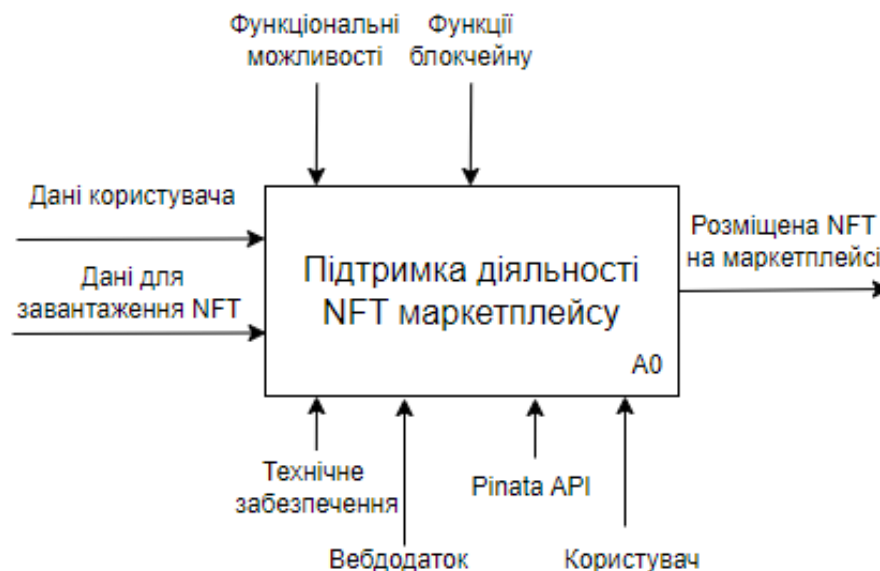


Рисунок 2.1 – IDEF0 діаграма підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу

Джерело: розроблено автором

Для спрощення розпізнавання та оцінки складності проекту використовується діаграмна декомпозиція для розрізнення окремих структурних елементів і зв'язків між ними. Цей прийом допоможе вам уникнути труднощів у розумінні проекту. Нижче наведено декомпозицію основних блоків діаграми IDEF0 на рисунку 2.2.

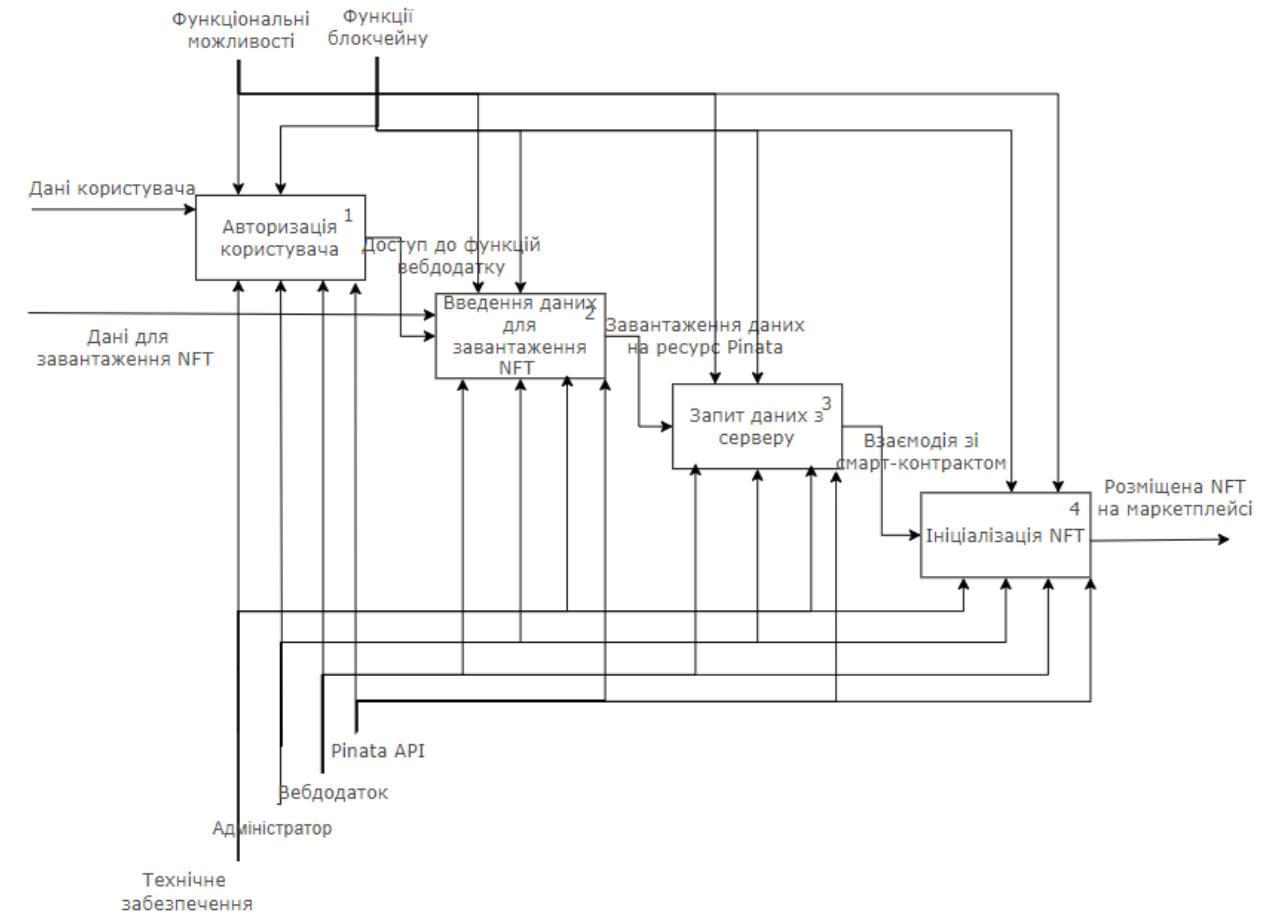


Рисунок 2.2 – Декомпозиція IDEF0 діаграми

Джерело: розроблено автором

Основні блоки розбиваються на підблоки із більш детальним поясненням і виведенням результату після кожного блоку. У першому блоці виконується процес авторизації користувача. Другий блок – введення даних для завантаження NFT. У третьому блоці виконується запит даних з серверу. Ініціалізація NFT в останньому блоці, який описує процес створення транзакції та занесення даних в блокчейн.

2.2 Проектування інформаційної системи

Діаграма варіантів використання – це графічне представлення функціональних вимог системи, що показує взаємодію між користувачами (акторами) і різні варіанти використання, які виконує система.

Ця діаграма є важливим інструментом для моделювання та розуміння функціональних вимог системи. Вона допомагає визначити ключові функції та взаємодії в системі.

Use-case діаграма для вебдодатку підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу представлена на рисунку 2.3.

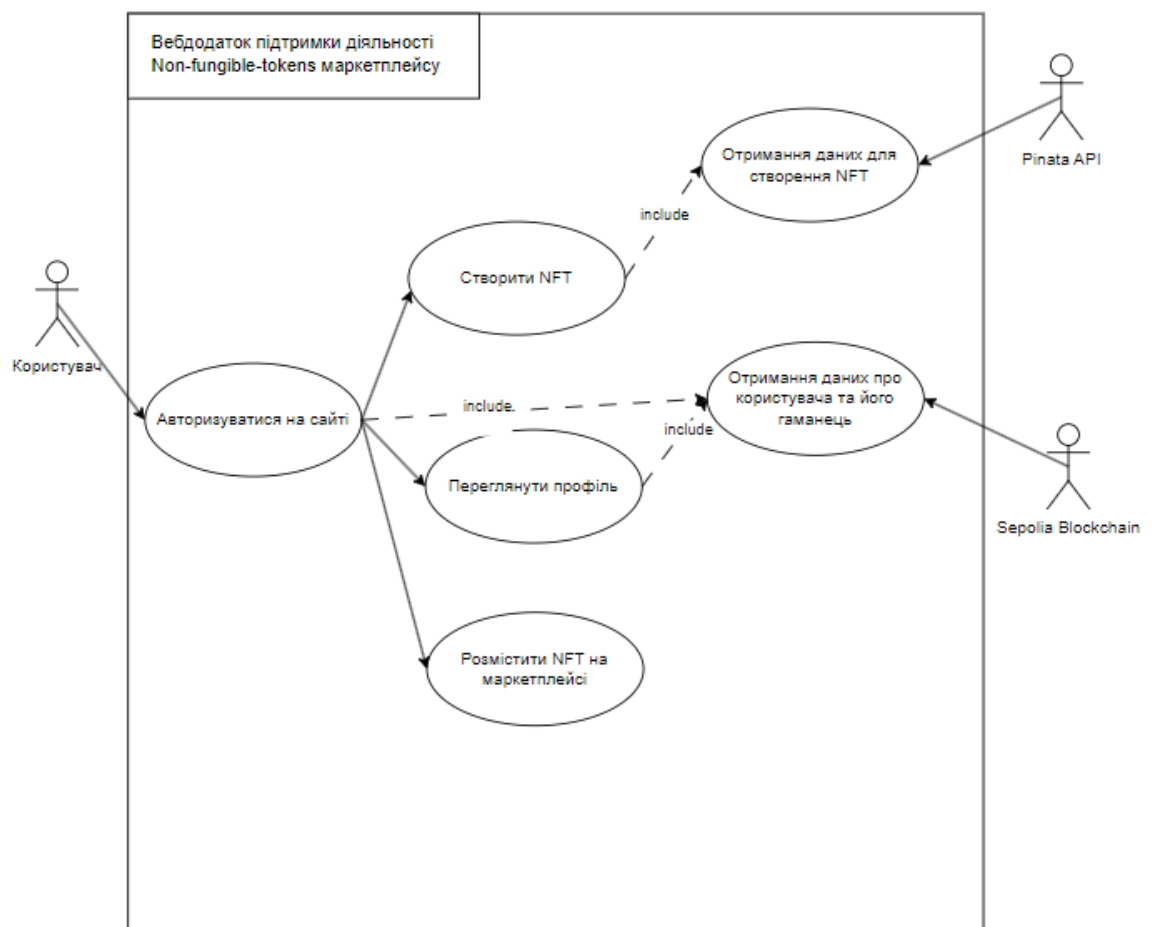


Рисунок 2.3 – Use-case діаграма

Джерело: розроблено автором

2.3 Схеми зберігання даних

На рисунку 2.4 представлена схема збереження даних вебдодатку підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу.

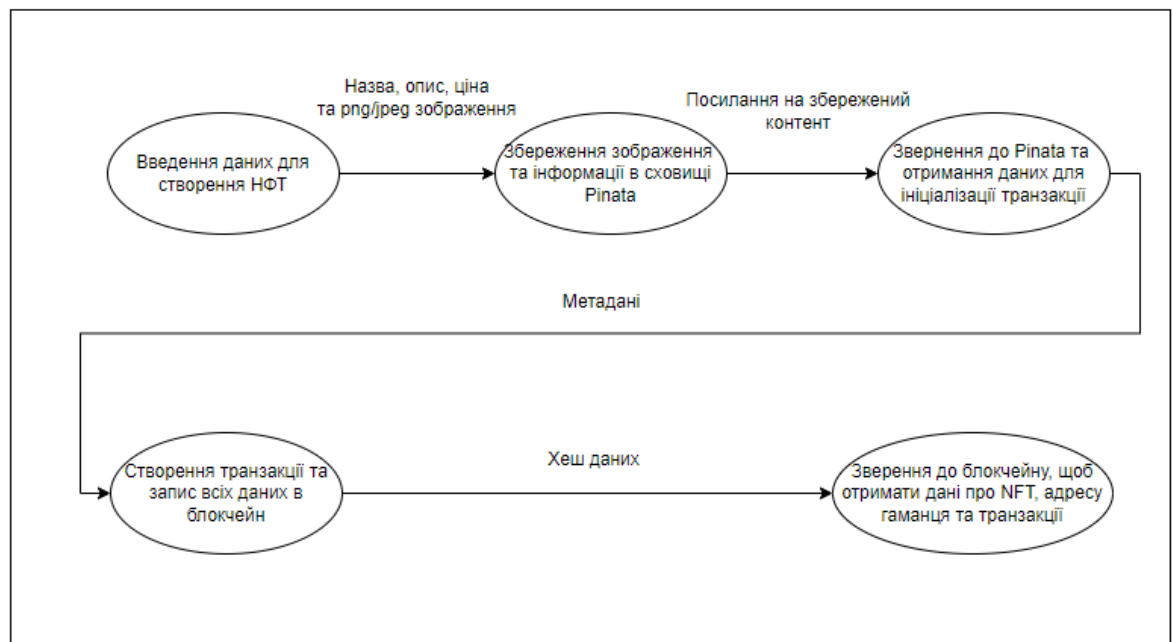


Рисунок 2.4 – Схеми зберігання даних

Джерело: розроблено автором

Процес створення та зберігання NFT складається з кількох ключових етапів, які зображені на рисунку 2.4:

1. Користувач завантажує зображення та вказує інформацію про NFT, яку хоче зберегти.
2. Зображення та метадані завантажуються в Pinata - децентралізоване сховище, яке забезпечує надійне зберігання даних.
3. Після збереження Pinata надає унікальний ідентифікатор (CID), який необхідний для створення транзакції в блокчейні.

4. Використовуючи CID, система створює транзакцію, яка записує всі дані про NFT в блокчейн. Це забезпечує незмінність та безпеку даних.

5. Звертаючись до блокчейну, користувач може отримати інформацію про свій NFT, його адресу, а також деталі транзакції.

На рисунку 2.5. представлено вигляд, у якому зберігаються дані у блокчейні.

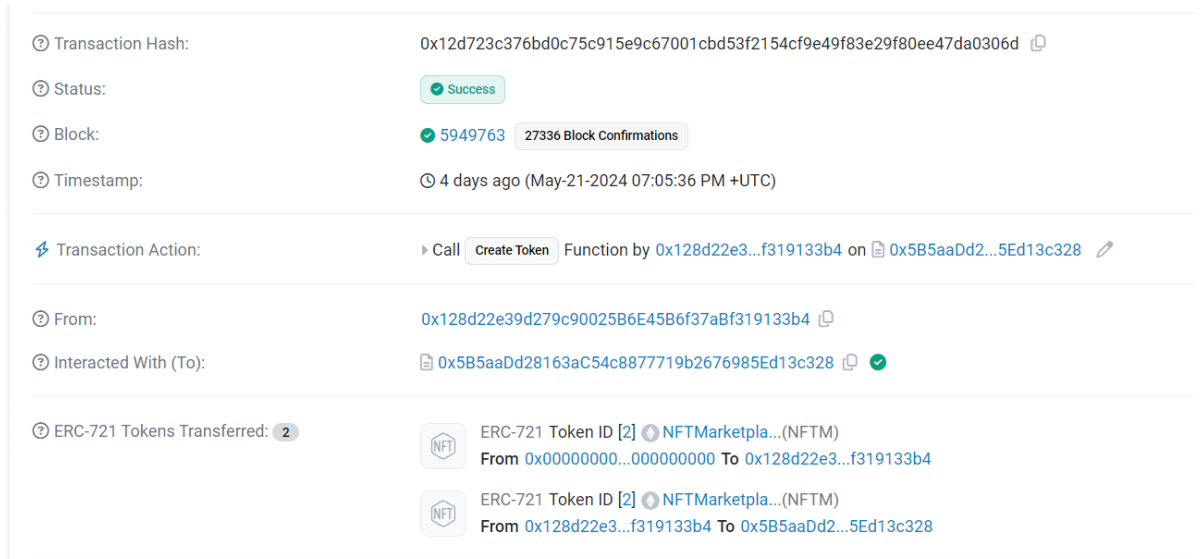


Рисунок 2.5 – Приклад зберігання даних в блокчейні

Джерело: [18]

2.4 Архітектура вебдодатку

На рисунку 2.6 зображена схема архітектури вебдодатку підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу.

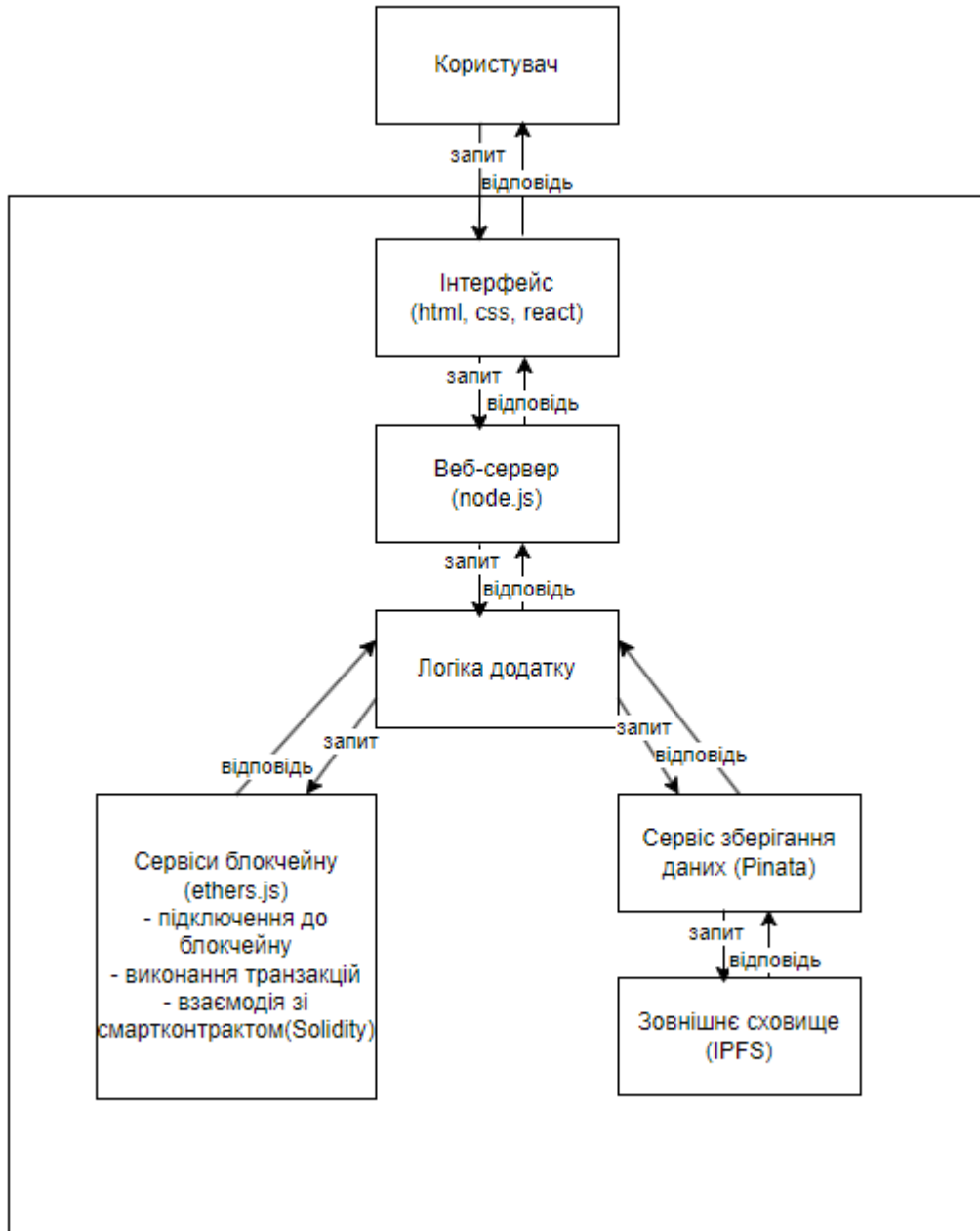


Рисунок 2.6 – Архітектура вебдодатку

Джерело: розроблено автором

Користувачі взаємодіють із системою через інтерфейс користувача через веббраузер. Вебінтерфейс розроблено з використанням HTML, CSS і React для забезпечення інтерактивності та простоти використання. Node.js обробляє запити користувачів і керує зв'язком між інтерфейсом і логікою програми. Ethers.js забезпечує підключення до блокчейнів (Ethereum, Sepolia Testnet), виконання транзакцій і взаємодію зі смарт-контрактами, написаними в Solidity. Pinata

використовується для зберігання та отримання метаданих NFT і зображень, що зберігаються в IPFS. IPFS зберігає файли (наприклад, зображення NFT) децентралізованій файловій системі.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБДОДАТКУ

3.1 Програмна реалізація

У цьому розділі детально описано програмну реалізацію вебдодатку, який підтримує діяльність NFT маркетплейсу. Зокрема, розглядається створення смарт-контрактів для ринків NFT, які надають прості та безпечні інструменти для купівлі та продажу NFT. Впровадження програмного забезпечення включає як інтерфейс, так і бекенд, а також інтеграцію з блокчейном та іншими необхідними сервісами.

Нижче наведено детальний огляд найважливіших компонентів смарт-контракту.

Структура для зберігання деталей про токен, включаючи його ID, власника, продавця, ціну та статус лістингу і мапінг, що зберігає деталі кожного токена за його ID представлені на рисунку 3.1.

```
struct TokenDetails {
    uint256 tokenId;
    address payable tokenOwner;
    address payable tokenSeller;
    uint256 tokenPrice;
    bool isListed;
}
mapping(uint256 => TokenDetails) private idToTokenDetails;
```

Рисунок 3.1 – Структура для зберігання інформації про токен

Джерело: розроблено автором

Конструктор встановлює початкові параметри контракту, включаючи адресу власника контракту та назву і символ токена (рис 3.2).


```

constructor() ERC721("MyNFTMarketplace", "MNFTM") {
    contractOwner = payable(msg.sender);
}

```

Рисунок 3.2 – Конструктор

Джерело: розроблено автором

Нижче представлені функції для отримання інформації про токени (рис 3.3).

getLastTokenDetails: Повертає деталі останнього створеного токена.

getTokenDetails: Повертає деталі токена за його ID.

getTokenCounter: Повертає поточний лічильник токенів.

```

function getLastTokenDetails() public view returns (TokenDetails memory) {
    uint256 currentTokenId = _tokenCounter.current();
    return idToTokenDetails[currentTokenId];
}

function getTokenDetails(
    uint256 tokenId
) public view returns (TokenDetails memory) {
    return idToTokenDetails[tokenId];
}

function getTokenCounter() public view returns (uint256) {
    return _tokenCounter.current();
}

```

Рисунок 3.3 – Функції для отримання інформації про токени

Джерело: розроблено автором

На рисунку 3.4 зображена функція, яка збільшує лічильник токенів, створює новий токен з унікальним id, встановлює URL, розміщує токен на маркетплейсі за вказаною ціною.

```

function mintToken(
    string memory tokenURI,
    uint256 price
) public payable returns (uint) {
    _tokenCounter.increment();
    uint256 newTokenId = _tokenCounter.current();

    _safeMint(msg.sender, newTokenId);
    _setTokenURI(newTokenId, tokenURI);
    listToken(newTokenId, price);

    return newTokenId;
}

```

Рисунок 3.4 – Функція для створення токена

Джерело: розроблено автором

Далі представлена сама функція розміщення NFT, яка перевіряє чи сплачено правильну комісію, чи ціна токена більше нуля, додає деталі токена до маппінгу, передає токен контракту, запускає подію TokenListed (рис 3.5).

```

function listToken(uint256 tokenId, uint256 price) private {
    require(msg.value == listingFee, "Incorrect listing fee sent");
    require(price > 0, "Price must be greater than zero");

    idToTokenDetails[tokenId] = TokenDetails(
        tokenId,
        payable(address(this)),
        payable(msg.sender),
        price,
        true
    );

    _transfer(msg.sender, address(this), tokenId);
    emit TokenListed(tokenId, address(this), msg.sender, price, true);
}

```

Рисунок 3.5 – Функція для розміщення токена

Джерело: розроблено автором

На рисунках 3.6 та 3.7 зображені функції для отримання всіх токенів та токенів користувача.

```

function getAllTokens() public view returns (TokenDetails[] memory) {
    uint tokenCount = _tokenCounter.current();
    TokenDetails[] memory tokens = new TokenDetails[](tokenCount);
    uint currentIndex = 0;
    uint currentId;

    for (uint i = 0; i < tokenCount; i++) {
        currentId = i + 1;
        TokenDetails storage currentItem = idToTokenDetails[currentId];
        tokens[currentIndex] = currentItem;
        currentIndex += 1;
    }

    return tokens;
}

```

Рисунок 3.6 – Функція GetAllTokens

Джерело: розроблено автором

```

function getMyTokens() public view returns (TokenDetails[] memory) {
    uint totalTokenCount = _tokenCounter.current();
    uint myTokenCount = 0;
    uint currentIndex = 0;
    uint currentId;

    for (uint i = 0; i < totalTokenCount; i++) {
        if (
            idToTokenDetails[i + 1].tokenOwner == msg.sender ||
            idToTokenDetails[i + 1].tokenSeller == msg.sender
        ) {
            myTokenCount += 1;
        }
    }

    TokenDetails[] memory myTokens = new TokenDetails[](myTokenCount);
    for (uint i = 0; i < totalTokenCount; i++) {
        if (
            idToTokenDetails[i + 1].tokenOwner == msg.sender ||
            idToTokenDetails[i + 1].tokenSeller == msg.sender
        ) {
            currentId = i + 1;
            TokenDetails storage currentItem = idToTokenDetails[currentId];
            myTokens[currentIndex] = currentItem;
            currentIndex += 1;
        }
    }

    return myTokens;
}

```

Рисунок 3.7 – Функція GetMyTokens

Джерело: розроблено автором

Остання функція виконує продаж токена, перевіряє чи сплачена правильна сума для покупки, оновлює статус та продавця, збільшує лічильник проданих токенів та передає токен покупцю (рис.3.8).

```
function completeSale(uint256 tokenId) public payable {
    uint price = idToTokenDetails[tokenId].tokenPrice;
    address seller = idToTokenDetails[tokenId].tokenSeller;
    require(msg.value == price, "Incorrect price sent for purchase");

    idToTokenDetails[tokenId].isListed = true;
    idToTokenDetails[tokenId].tokenSeller = payable(msg.sender);
    _soldItemsCounter.increment();

    _transfer(address(this), msg.sender, tokenId);
    approve(address(this), tokenId);

    payable(contractOwner).transfer(listingFee);
    payable(seller).transfer(msg.value);
}
```

Рисунок 3.8 – функція продажу NFT

Джерело: розроблено автором

Ці частини контракту забезпечують основні функціональні можливості маркетплейсу для NFT, включаючи створення, лістинг, отримання інформації та продаж токенів.

Далі на рисунку 3.9 представлено скрипт розгортання контракту.

```

const deployer = signers[0]
const balance = await ethers.provider.getBalance(deployer.address)
const Marketplace = await hre.ethers.getContractFactory('MyNFTMarketplace')
const marketplace = await Marketplace.deploy()

await marketplace.deployed()

const data = {
  address: marketplace.address,
  abi: JSON.parse(marketplace.interface.format('json')),
}

fs.writeFileSync('./src/Marketplace.json', JSON.stringify(data))
}

main()
  .then(() => process.exit(0))
  .catch(error => {
    console.error(error)
    process.exit(1)
  })

```

Рисунок 3.9 – скрипт на JavaScript, який розгортає смарт-контракт

Джерело: розроблено автором

Цей скрипт автоматизує процес розгортання контракту і зберігає його адресу та ABI у файл для подальшого використання у фронтенд додатку.

Ця функція виконує наступні дії:

- Отримує доступ до мережі Sepolia через провайдер Web3.
- Створює екземпляр смарт-контракту з використанням адреси та ABI, зчитаних з MarketplaceJSON.
- Викликає метод смарт-контракту для отримання всіх токенів на ринку.
- Для кожного токена отримує його метадані з IPFS та форматує їх у зручний формат.
- Оновлює стан компонента з отриманими даними.

```

async function fetchAllTokens() {
  const ethers = require('ethers')
  const provider = new ethers.providers.Web3Provider(window.ethereum)
  const signer = provider.getSigner()
  let contract = new ethers.Contract(
    MarketplaceJSON.address,
    MarketplaceJSON.abi,
    signer
  )
  let transaction = await contract.getAllTokens()

  const items = await Promise.all(
    transaction.map(async i => {
      var tokenURI = await contract.tokenURI(i.tokenId)
      tokenURI = GetIpfsUrlFromPinata(tokenURI)
      let meta = await axios.get(tokenURI)
      meta = meta.data

      let price = ethers.utils.formatUnits(
        i.tokenPrice.toString(),
        'ether'
      )
      let item = {
        price,
        tokenId: i.tokenId.toNumber(),
        seller: i.tokenSeller,
        owner: i.tokenOwner,
        image: meta.image,
        name: meta.name,
        description: meta.description,
      }
      return item
    })
  )

  updateFetched(true)
  updateData(items)
}

```

Рисунок 3.10 – Функція fetchAllTokens

Джерело: розроблено автором

Функція, яка зображена на рисунку 3.11, викликається при натисканні кнопки "List NFT". Вона завантажує метадані на IPFS, створює новий токен NFT у відповідному смарт-контракті за допомогою Ethereum мережі та оновлює стан компонента згідно результату операції.

```

async function listNFT(e) {
  e.preventDefault()
  try {
    const metadataURL = await uploadMetadataToIPFS()
    if (metadataURL === -1) return
    const provider = new ethers.providers.Web3Provider(window.ethereum)
    const signer = provider.getSigner()
    disableButton()
    updateMessage('Uploading NFT... Please wait.')

    let contract = new ethers.Contract(
      Marketplace.address,
      Marketplace.abi,
      signer
    )

    const price = ethers.utils.parseUnits(formParams.price, 'ether')
    let listingPrice = await contract.getListPrice()
    listingPrice = listingPrice.toString()

    let transaction = await contract.createToken(metadataURL, price, {
      value: listingPrice,
    })
    await transaction.wait()

    alert('Successfully listed your NFT!')
    enableButton()
    updateMessage('')
    updateFormParams({ name: '', description: '', price: '' })
    window.location.replace('/')
  } catch (e) {
    alert('Upload error: ' + e)
  }
}

```

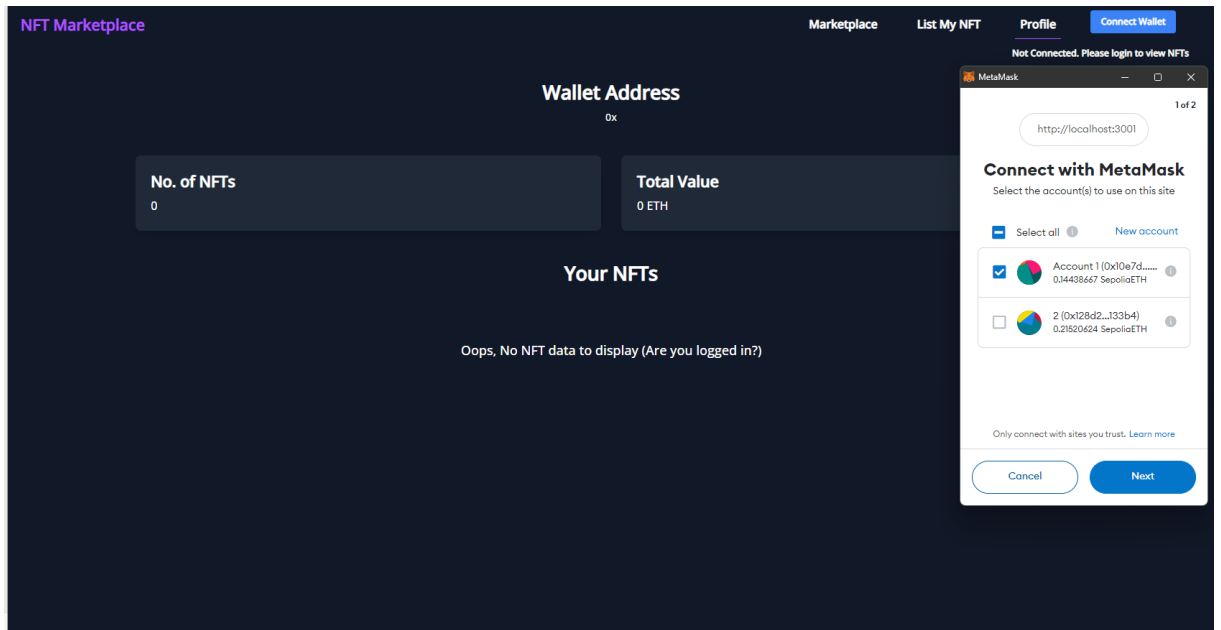
Рисунок 3.11 – Функція listNFT

Джерело: розроблено автором

3.2 Настанови з використання вебдодатку

В цьому розділі представлено порядок використання вебдодатку підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу.

На рисунку 3.12 зображено перший етап взаємодії з вебдодатком – авторизацію. При натисканні на кнопку під’єднання, вікно гаманця відкривається і запропонує увійти за одним із доступних акаунтів.



Рисунк 3.12 – Авторизація за допомогою гаманця

Джерело: розроблено автором

Після входу можна подивитися інформацію про гаманець в профілі користувача, таку як: адреса акаунта, кількість NFT на гаманці та їх загальна ціна (рис. 3.12).

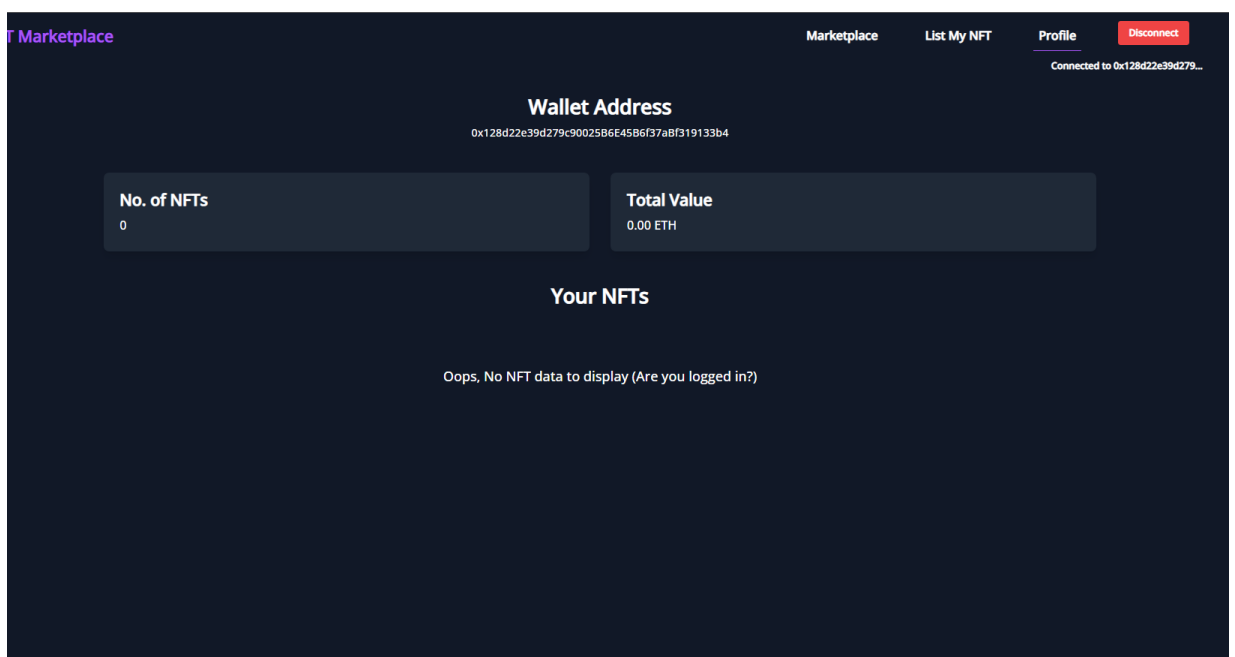


Рисунок 3.13 – Профіль користувача з інформацією про його гаманець
Джерело: розроблено автором

На рисунку 3.14 представлена сторінка завантаження NFT, де треба ввести дані про новий унікальний токен, а саме: його назву, опис та ціну продажу, і вибрати файл малюнка.

Після натискання на кнопку List NFT ініціалізується транзакція.

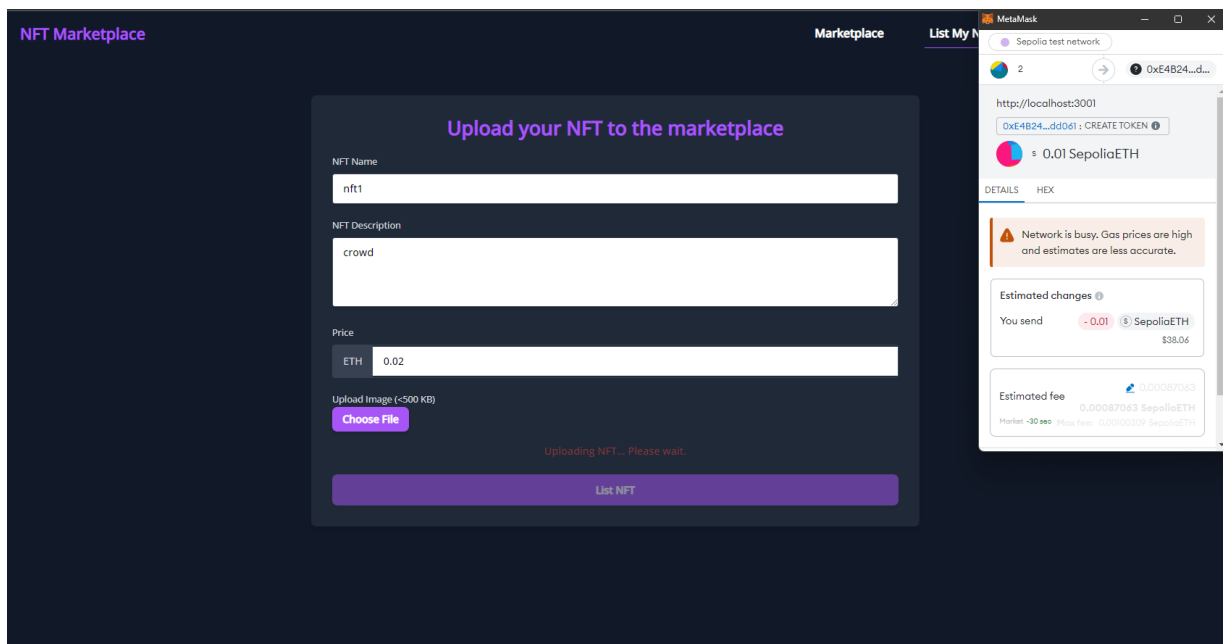


Рисунок 3.14 – Сторінка завантаження NFT

Джерело: розроблено автором

Після розміщення NFT можна побачити на сторінці маркетплейсу, там доступні всі токени, які виставили на продаж (рис. 3.15).

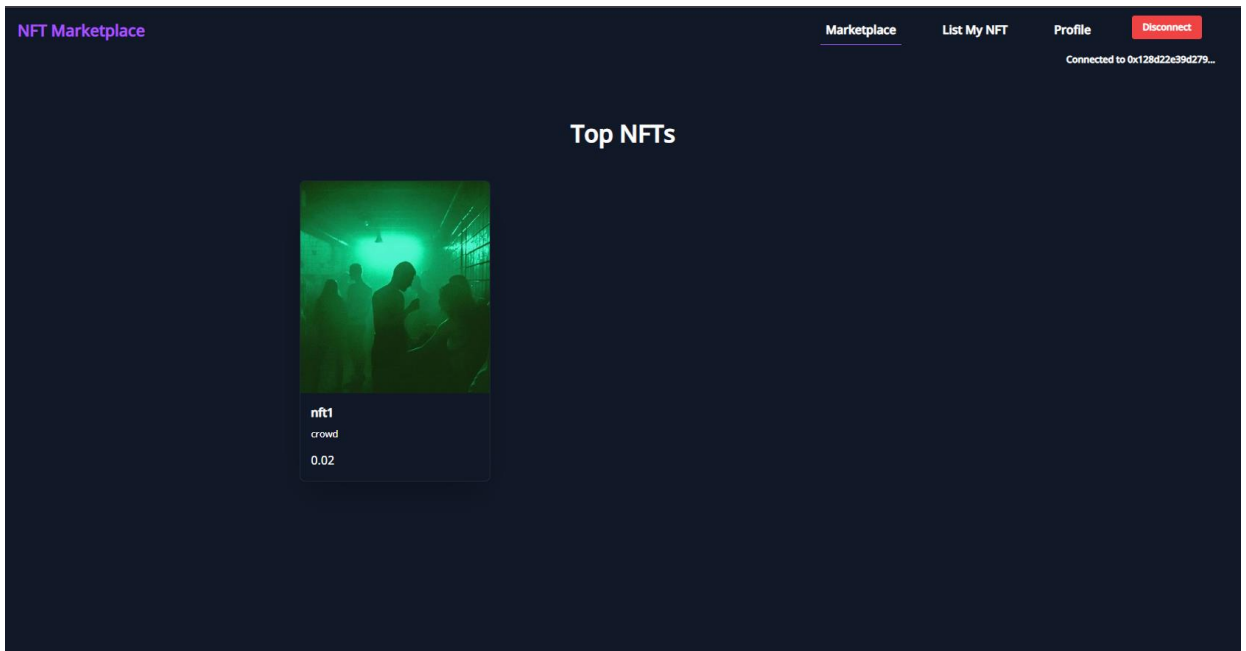


Рисунок 3.15 – Сторінка маркетплейсу

Джерело: розроблено автором

Якщо натиснути на блок NFT, то відкриється сторінка з повною інформацією про нього, а саме: назва, опис, ціна, адреса власника та продавця (рис. 3.16).

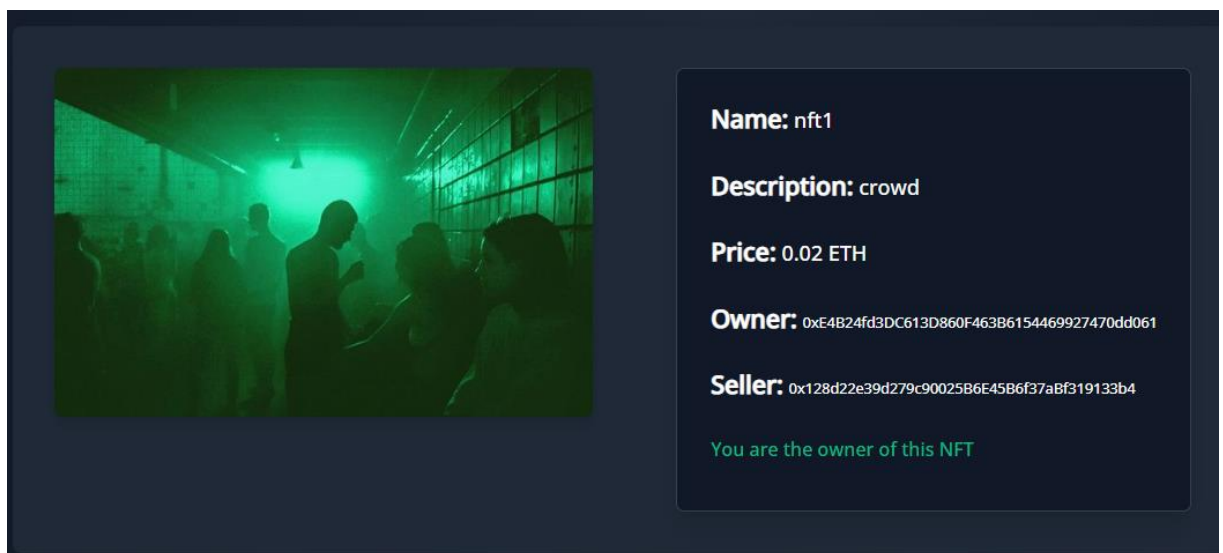


Рисунок 3.16 – Сторінка детальної інформації про NFT

Джерело: розроблено автором

На рисунку 3.17 зображена сторінка детальної інформації про NFT з іншого акаунту, тепер у цього гаманця є можливість придбати NFT.

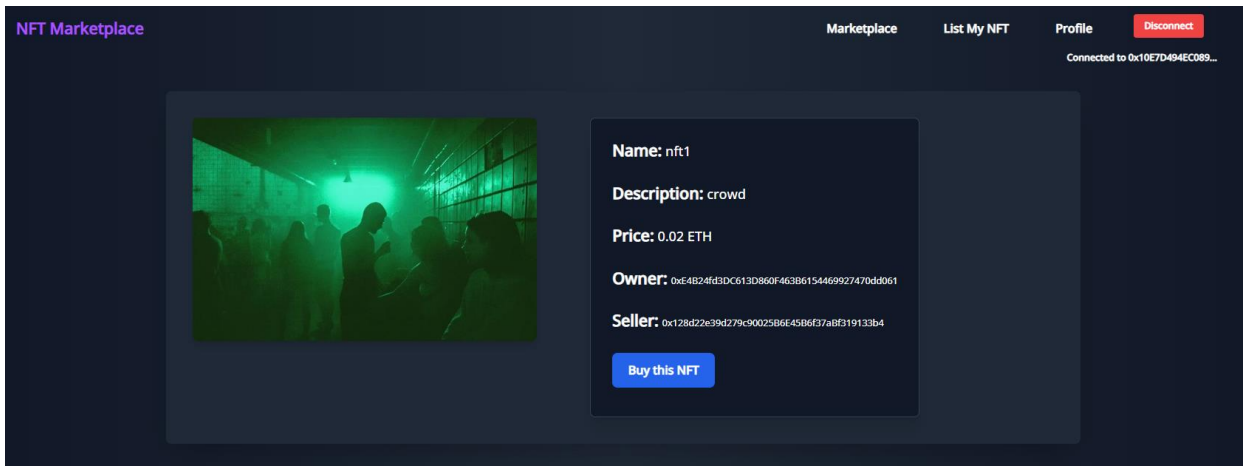


Рисунок 3.17 – Сторінка детальної інформації про NFT з точки зору гаманця, який збирається купити NFT

Джерело: розроблено автором

Далі представлена ініціалізація транзакції після натискання на кнопку Buy this NFT (рис. 3.18).

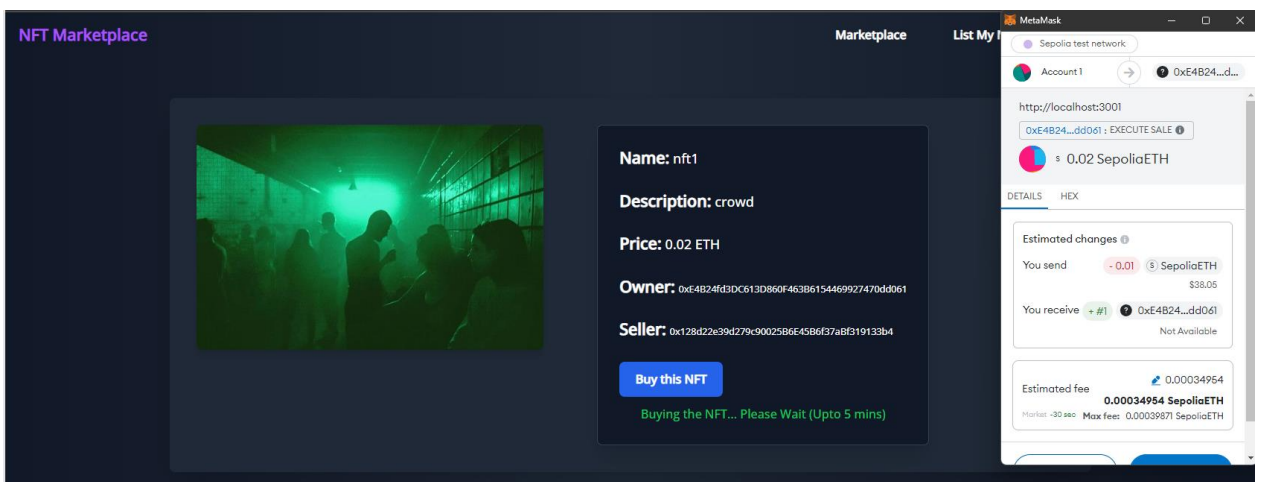


Рисунок 3.18 – ініціалізація транзакції

Джерело: розроблено автором

Після покупки NFT відображається в профілі користувача, та оновлюється інформація про акаунт. Оновлений профіль зображений на рисунку 3.19.

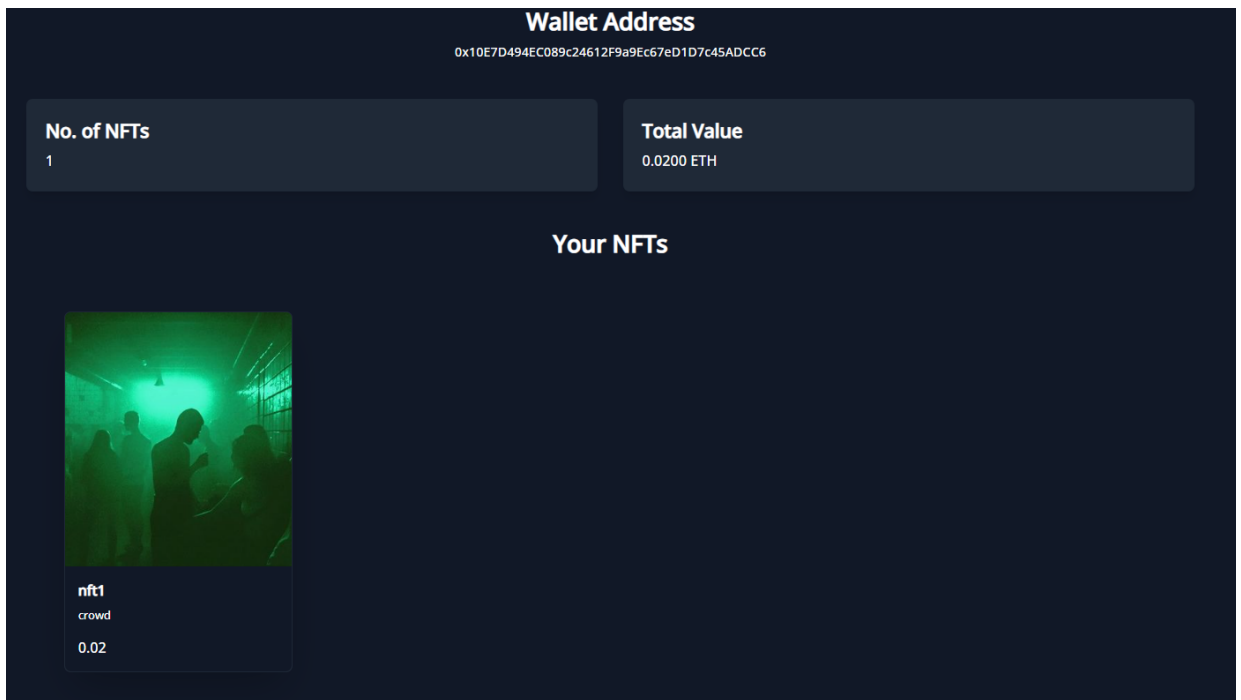


Рисунок 3.19 – Профіль користувача з оновленими даними про придбану NFT
Джерело: розроблено автором

3.3 Тестування розробки

Тестування смарт-контрактів є важливим етапом для забезпечення їх надійності, безпеки та правильності. Це включає написання тестів для імітації різних взаємодій з контрактом і перевірку, що результати відповідають очікуваній поведінці. У цьому підрозділі буде розглянуто базовий тестовий скрипт для смарт-контракту NFTMarketplace з використанням Hardhat, середовища розробки для Ethereum.

На рисунках 3.20-3.23 представлені тести смарт-контракту NFT маркетплейсу.

```

it('Повинен створити та лістити NFT', async function () {
  const listingPrice = await nftMarketplace.getListPrice()
  const auctionPrice = ethers.utils.parseUnits('1', 'ether')

  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })

  const listedToken = await nftMarketplace.getLatestIdToListedToken()
  expect(listedToken.tokenId).to.equal(1)
  expect(listedToken.owner).to.equal(nftMarketplace.address)
  expect(listedToken.seller).to.equal(addr1.address)
  expect(listedToken.price).to.equal(auctionPrice)
  expect(listedToken.currentlyListed).to.be.true
})

```

Рисунок 3.20 – Тест на створення і лістинг NFT

Джерело: розроблено автором

```

it('Повинен виконати продаж NFT', async function () {
  const listingPrice = await nftMarketplace.getListPrice()
  const auctionPrice = ethers.utils.parseUnits('1', 'ether')

  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })

  await nftMarketplace
    .connect(addr2)
    .executeSale(1, { value: auctionPrice })

  const listedToken = await nftMarketplace.getListedTokenForId(1)
  expect(listedToken.owner).to.equal(nftMarketplace.address)
  expect(listedToken.seller).to.equal(addr2.address)
  expect(listedToken.currentlyListed).to.be.true
})

```

Рисунок 3.21 – Тест на виконання продажу NFT

Джерело: розроблено автором

```
it('Повинен повернути всі NFT', async function () {
  const listingPrice = await nftMarketplace.getListPrice()
  const auctionPrice = ethers.utils.parseUnits('1', 'ether')

  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI1', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })
  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI2', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })

  const allNFTs = await nftMarketplace.getAllNFTs()
  expect(allNFTs.length).toEqual(2)
})
```

Рисунок 3.22 – Тест на повернення всіх NFT

Джерело: розроблено автором

```

it('Повинен повернути всі NFT власника', async function () {
  const listingPrice = await nftMarketplace.getListPrice()
  const auctionPrice = ethers.utils.parseUnits('1', 'ether')

  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI1', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })
  await nftMarketplace
    .connect(addr1)
    .createToken('tokenURI2', auctionPrice, {
      value: listingPrice,
    })

  const myNFTs = await nftMarketplace.connect(addr1).getMyNFTs()
  expect(myNFTs.length).toEqual(2)
})
})

```

Рисунок 3.23 – Тест на повернення NFT, що належать користувачеві

Джерело: розроблено автором

На рисунку 3.24 зображено успішне тестування смарт-контракту.

```

NFTMarketplace
  ✓ Повинен створити та лістити NFT (128ms)
  ✓ Повинен виконати продаж NFT (123ms)
  ✓ Повинен повернути всі NFT (92ms)
  ✓ Повинен повернути всі NFT власника (91ms)

4 passing (2s)

```

Рисунок 3.24 – Успішне тестування контракту

Джерело: розроблено автором

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено вебдодаток підтримки діяльності NFT-маркетплейсу. Цей додаток створює ефективне середовище для обміну та торгівлі унікальними цифровими активами, забезпечуючи зручність, безпеку та функціональність для користувачів.

Розробка та впровадження додатку підтримки діяльності Non-fungible tokens маркетплейсу є важливим кроком у сучасних технологічних інноваціях, і, враховуючи зростаючий інтерес до блокчейну та Web3, його створення стало невідкладним завданням. Розроблений NFT-маркетплейс відкриває нові можливості для користувачів, дозволяючи їм не тільки створювати та ділитися своїм цифровим контентом у формі NFT, але й заробляти на цьому.

Цей маркетплейс може стати ефективним інструментом інтерактивної торгівлі цифровими активами, забезпечуючи безпеку операцій і взаємодії учасників. Ознайомившись з ринком аналогічних продуктів та проаналізувавши попередні дослідження у сфері блокчейн та NFT, виявилось що при такому стрімкому розвитку цього сектору завжди буде конкуренція за якісні та зручні проекти, особливо на прості у використанні вебдодатки, які розроблені для новачків. Це пов'язано з тим, що тренди постійно змінюються, а багато старих проектів не встигають поспіти за нововведеннями та непостійною користувацькою увагою.

В результаті проведеного аналізу потреб та вимог, були вибрані наступні засоби реалізації: створено інтерфейс за допомогою HTML, CSS, JavaScript та React.js, розроблено бекенд додатку за допомогою Node.js, створено смартконтракти за допомогою Solidity, протестовано за допомогою Hardhat та зберігання даних здійснено через Pinata API.

Використання методу IDEF0 для структурно-функціонального моделювання та проектування інформаційної системи дозволило ефективно візуалізувати та оптимізувати процеси розробки NFT маркетплейсу.

Таким чином, розроблений вебдодаток для підтримки торгівлі NFT, який відповідає сучасним вимогам, є дуже актуальним. Створивши умови для зацікавленості клієнтів у використанні маркетплейсу за рахунок різних винагород, впроваджений продукт може тримати високий рівень конкурентоспроможності та задовольняти потреби сучасних користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. WhiteBIT. Що таке NFT: навіщо вони потрібні та чи є в них цінність?. [Електронний ресурс]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/shho-take-nft-navishho-vony-potribni-ta-chy-ye-v-nyh-czinnist/>. (дата звернення: 01.05.2024).
2. Ethereum foundation. ERC-721: Non-Fungible Token Standard. [Електронний ресурс]. URL: <https://ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-721/> (дата звернення: 01.05.2024).
3. IEEE. Systematic Literature Review: Blockchain Security in NFT Ownership. IEEE. 2022. № 9967897. [Електронний ресурс]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9967897> (дата звернення: 01.05.2024).
4. Machulin Leonid. The impact of non-fungible tokens (NFT) on the art world. м. Харків, 2022. [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/359580928_The_impact_of_non-fungible_tokens_NFT_on_the_art_world (дата звернення: 01.05.2024).
5. Valentin Pavageau. Non-Fungible Tokens (NFTs) in the Art Market. Artsper Magazine. 2022. [Електронний ресурс] URL: <https://blog.artsper.com/en/a-closer-look/nfts-art-market/> (дата звернення: 01.05.2024).
6. Ігор Смірнов. Правове регулювання NFT в Україні. ligazon. 2023. [Електронний ресурс] URL: https://biz.ligazon.net/analytics/219394_pravove-regulyuvannya-nft-v-ukran (дата звернення: 01.05.2024).
7. H. Benjamin, W. K. Win, P. L. Shaun. How to NFT. // Coingecko. 2022. P. 1-232.
8. Ethereum foundation. Ethereum documentation. Ethereum. [Електронний ресурс] URL: <https://ethereum.org/uk/nft/> (дата звернення: 01.05.2024).
9. C. Noah, S. Kenny. The NFT Book: Everything You Need to Know about the Art and Collecting of Non-Fungible Tokens. 2023. P. 1-152.
10. Binance. Оновлення Ethereum Dencun. Binance blog. [Електронний ресурс] URL: <https://www.binance.com/uk-UA/ethereum-upgrade> (дата звернення: 01.05.2024)

11. Matt Fortnow, QuHarrison Terry. The NFT Handbook: How to Create, Sell and Buy Non-Fungible Tokens. 2021. P. 1-288.
12. NFT marketplace. Opensea. [Электронный ресурс] URL: <https://opensea.io/> (дата звернения: 01.05.2024).
13. Fastest NFT Marketplace for Pro Traders. Blur: NFT Marketplace for Pro Traders. [Электронный ресурс]URL: <https://blur.io/> (дата звернения: 01.05.2024).
14. React Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://react.dev/> (дата звернения: 01.05.2024).
15. Node.js v22.1.0 Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://nodejs.org/docs/> (дата звернения: 01.05.2024).
16. PostgreSQL: Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата звернения: 01.05.2024).
17. Solidity – Solidity documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.25/> (дата звернения: 01.05.2024).
18. Sepolia explorer. <https://sepolia.etherscan.io>. [Электронный ресурс]. URL: <https://sepolia.etherscan.io> (дата звернения: 16.05.2024).

ДОДАТОК А.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ **на розробку «Вебдодаток підтримки діяльності** **Non-fungible tokens маркетплейсу »**

ПОГОДЖЕНО:

Доцент кафедри інформаційних технологій

_____ Неня А.В.

Студент групи ІТ-01

_____ Терещенко І.І.

Суми 2024

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА МЕТА ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ТОРГІВЛІ НФТ

1.1 Призначення вебдодатку

Вебдодаток призначений для створення зручного та інтуїтивно зрозумілого середовища для обміну, торгівлі та колекціонування унікальних цифрових активів на базі технології блокчейн.

1.2 Мета створення вебдодатку

Мета проекту полягає в розробці та запуску зручного вебдодатку, спрямованого на створення ефективного середовища для обміну та торгівлі унікальними цифровими активами.

1.3 Цільова аудиторія

Цільовою аудиторією є широкий спектр користувачів, які мають бажання торгувати та обмінюватися унікальними цифровими активами (NFT). Головні сегменти цільової аудиторії включають:

1. Цифрові художники, дизайнери ігор, музиканти та інші, хто має бажання робити та продавати свій контент у формі NFT.
2. Особи, які зацікавлені у зборі та обміні унікальними цифровими творами мистецтва.
3. Люди, які спекулюють на блокчейн технологіях, і в пошуках будь-якої можливостей для участі у цьому сегменті ринку, щоб отримати вигоду.
4. Інвестори, які бажають диверсифікувати свій портфель.
5. Поціновувачі відеоігор, які цікавляться покупкою та продажем унікальних предметів та ресурсів у іграх у форматі NFT.

2 ВИМОГИ ДО ВЕБДОДАТКУ

2.1 Вимоги до вебдодатку в цілому

2.1.1 Вимоги до структури та функціонування вебдодатку

Вебдодаток буде розроблений з використанням нових технологій і пропонує широкий функціонал.

Зрештою, має бути реалізовано простий інтерфейс для транзакцій NFT, що забезпечує безпеку та конфіденційність транзакцій, зручне керування NFT та гаманцями, а також швидку та легку реєстрацію без зайвих труднощів.

2.1.2 Вимоги до персоналу

Досвід, знання та розуміння криптовалют, NFT і технології блокчейн. Знання сучасних технологій і здатність розуміти та працювати з платформами. Знання англійської мови на достатньому рівні для роботи в міжнародному середовищі. Відмінні навички спілкування, як письмові, так і усні.

2.1.3 Вимоги до збереження інформації

Уся інформація, надана у вебдодатку, повинна зберігатися у базі даних та вся інформація про угоди буде зберігатися безпосередньо у блокчейні.

2.1.4 Вимоги до розмежування доступу

Вебдодаток буде загальнодоступним у мережі Інтернет і забезпечить розподіл прав доступу для різних груп користувачів: адміністраторів, відвідувачів і клієнтів. Адміністратор матиме повний доступ до інформації, з можливістю перегляду,

додавання, редагування та видалення даних. Для входу в адміністративну панель передбачено спеціальний логін та пароль.

Відвідувачі вебдодатку можуть лише переглядати інформацію на вебсторінках. У клієнтів вебдодатку ширший спектр доступу до інформації, ніж у відвідувачів. Їхні можливості включають функції, визначені для групи користувачів "Відвідувач", а також доступ до особистого кабінету з переглядом історії, вподобань, чату з іншими користувачами та чат підтримки додатку.

2.2 Структура вебдодатку

2.2.1 Загальна інформація про структуру вебдодатку

Структура вебдодатку являє собою набір сторінок, які також є пунктами головного меню.

Такими розділами є:

Головна Сторінка – вітає користувачів та надає загальну інформацію про поточні та популярні NFT.

Маркетплейс – розділ для перегляду, пошуку та фільтрації доступних NFT за категоріями, авторами та ціновими діапазонами.

Профіль користувача – особистий кабінет для зареєстрованих користувачів, де вони можуть управляти своїми активами, переглядати історію транзакцій.

Ця структура спроектована для забезпечення зручності користувачів, швидкого доступу до важливих функцій та стимулювання активності на маркетплейсі.

Створення NFT – розділ, де користувач може створити свою нфт.

2.2.2 Навігація

Система навігації має бути простою у використанні та забезпечувати швидкий доступ до всіх сторінок вебдодатку.

2.2.3 Наповнення вебдодатку (контент)

Управління контентом вебдодатку повинно бути здійснюване за допомогою адміністративної панелі. Вся інформація повинна зберігатися в базі даних, і графічні матеріали та інформація для наповнення буде надаватися адміністраторами і авторизованими клієнтами додатку.

2.2.4 Дизайн та структура вебдодатку

Дизайн вебдодатку розроблено з урахуванням сучасних тенденцій і особливостей, щоб забезпечити привабливий і зручний інтерфейс. Використовує сміливу, багату палітру кольорів, яка відображає енергію та креативність. Основні кольори - загадковий фіолетовий і яскравий синій електрик. Ми використовуємо сучасні зрозумілі шрифти для зручного читання та навігації. Заголовки виглядають чудово, а текст легко зрозуміти. Зберігає простоту та мінімалізм, забезпечуючи легкість використання та швидке орієнтування. Художня графіка та ілюстрації використовуються для додання характеру та стимулювання інтересу до NFT. Містить плавну анімацію, яка створює враження живого та динамічного середовища. Повністю настроюється для зручного використання на будь-якому пристрої, включаючи смартфони та планшети. Логотип втілює концепцію NFT і відображає унікальність кожного активу. Будуть виділені важливі елементи, як-от кнопки покупки та фільтри, щоб привернути увагу користувача.



Рисунок А.1 – Схема головної сторінки

Джерело: розроблено автором

2.2.5 Система навігації (карта вебдодатку)

Система навігації повинна бути легкою в користуванні і забезпечувати швидкий доступ до всіх сторінок вебдодатку. Вона зображена на рисунку нижче.

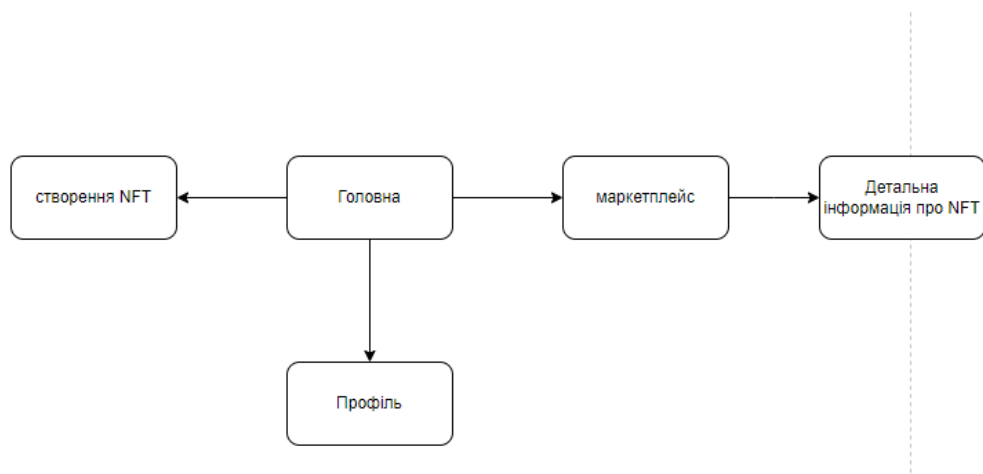


Рисунок А.2 – Схема навігації вебдодатку

Джерело: розроблено автором

2.3 Вимоги до функціонування системи

2.3.1 Потреби користувача

Потреби користувача, визначені на основі рішення замовника, представлені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Потреби користувача

ID	Потреби користувача	Джерело
UN-01	Перегляд каталогу NFT	Клієнт, Відвідувач
UN-02	Торгівля NFT	Клієнт
UN-03	Перегляд профілю користувача	Клієнт
UN-04	Перегляд новин та оновлень	Клієнт, Відвідувач
UN-05	Створення NFT	Клієнт
UN-06	Користування сторінкою «Мої NFT»	Клієнт
UN-07	Створення NFT	Клієнт
UN-08	Зв'язатися з користувачем	Клієнт
UN-09	Редагування даних	Клієнт

Джерело: розроблено автором

2.4.2 Функціональні вимоги

Проаналізувавши потреби користувачів та працівників торгового майданчику для торгівлі NFT було визначено наступні функціональні вимоги:

- Реєстрація та профіль користувача
- Перегляд та пошук NFT

- Купити, продати та обміняти NFT
- Управління колекціями та портфелем
- Соціальні функції: можливість коментування, оцінювання та обговорення NFT
- Адміністративні Функції

2.4 Склад і зміст робіт зі створення вебдодатку підтримки Non-fungible tokens маркетплейсу

Таблиця А.2 – Етапи розроблення вебдодатку

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки
1	Розробка концепції та дизайну вебдодатку	12 днів
2	Розробка шаблону	18 днів
3	Розробка функціональності для розділу «Головна»	15 днів
4	Розробка функціональності для розділу «підтримка та зворотній зв'язок»	14 днів
5	Розробка функціональності для розділу «маркетплейс»	28 днів
6	Розробка функціональності для розділу «профіль користувача»	14 днів
7	Розробка функціональності для розділу «створення NFT»	14 днів
8	Розробка бази даних	20 днів
9	Загальна тривалість робіт	137 днів

Джерело: розроблено автором.

ДОДАТОК Б

Планування робіт

У сучасному світі зростає популярність NFT, що є унікальними цифровими активами, записаними на блокчейні. Однак відсутність ефективного та зручного майданчика для обміну та торгівлі NFT ускладнює доступність цього ринку для художників, колекціонерів і інших учасників. Проблемою є відсутність надійного та інтуїтивно зрозумілого вебдодатку.

Деталізація мети методом SMART. Метою даної кваліфікаційної роботи за SMART методом є створення NFT маркетплейсу, який надасть користувачам простий та безпечний інструмент для купівлі, продажу та обміну NFT для зростання попиту на безпечні та зручні NFT, до 1 червня 2024 року. Маркетплейс буде спроектовано з урахуванням потреб художників, колекціонерів та інших учасників екосистеми NFT.

Результати деталізації мети даного проєкту представлено в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific	Мета полягає у створенні вебдодатку, який надає користувачам інструмент для купівлі, продажу та обміну NFT.
Measurable	Створений вебдодаток NFT маркетплейсу, за допомогою web 3 API, ораклів і бібліотек.
Achievable	Мета є досяжною, оскільки технологічний потенціал для створення вебдодатку існує, і існують попередні здобутки у цій галузі.

Продовження таблиці Б.1.

Relevant	Проект є релевантним, оскільки відповідає сучасним тенденціям розвитку ринку NFT та висловлює відповідь на зростаючий попит на безпечні та зручні маркетплейси для NFT.
Time-framed	Термін встановлений – кінець 4 курсу 2024 року (1 червня)

Джерело: розроблено автором

Планування змісту робіт. WBS – це графічне подання згрупованих елементів проекту у вигляді пакета робіт, які ієрархічно пов’язані з продуктом проекту. На верхньому першому рівні WBS фіксується продукт проекту. Він повинен відповідати продукту проекту. Наступний II рівень відповідає діям або основним заходам для досягнення продукту проекту.

На рисунку Б.1 представлено WBS з розробки вебдодатку.

Планування структури виконавців. Після проведення декомпозиції процесів, наступним етапом є розробка Організаційної Структури Виконавців (OBS), яка представляє собою графічну структуру, що відображає учасників або відповідальних осіб, що приймають участь у реалізації. У ролі відповідальних осіб виступають співробітники, які керують організацією та виконанням елементарних завдань, що визначені у Структурі Розрахунку Робіт (WBS). Кожну елементарну роботу можна розглядати як окремий. На Рисунку Б.2 наведено зображення організаційної структури для планування. Деталі щодо учасників, які функціонують у і, подані в Таблиці Б.2.

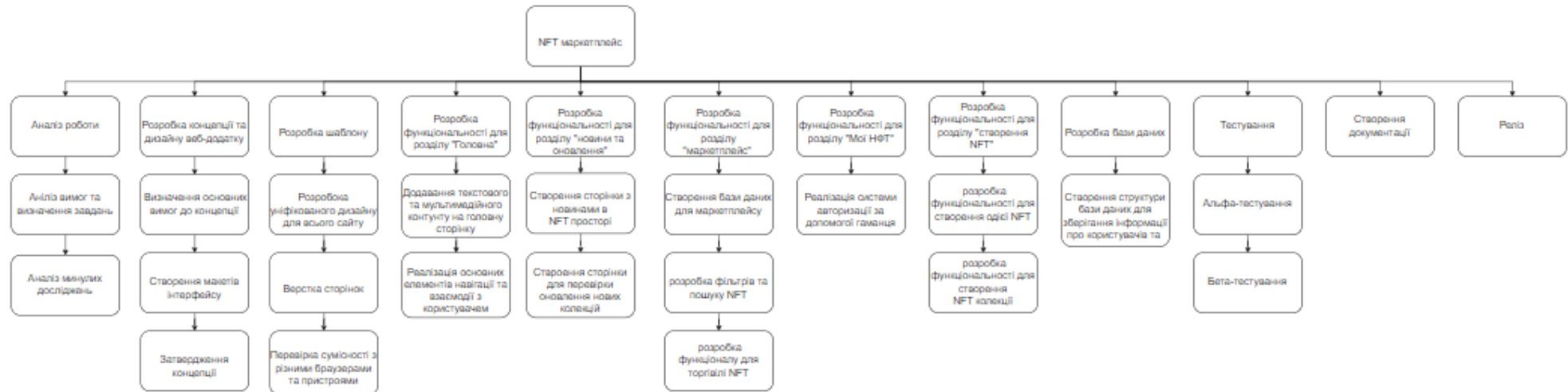


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт

Джерело: розроблено автором

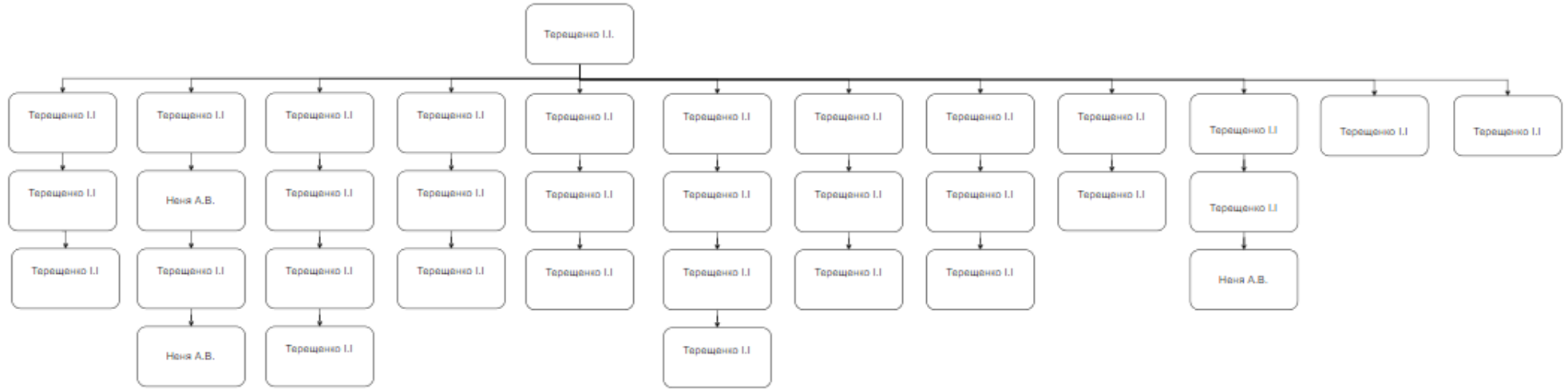


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт

Джерело: розроблено автором

Таблиця Б.2 – Виконавці

Роль	ПІБ	На роль
Розробник	Терещенко І.І.	Виконує front-end, back-end розробку
вальноник	Терещенко І.І.	Виконує вання бази даних та розробляє структуру вебдодатку.
Тестувальник	Терещенко І.І.	Відповідає за тестування функціоналу та дизайну вебдодатку.
Керівник	Неня А.В.	Формує завдання на розробку .
Менеджер	Терещенко І.І.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних.

Джерело: розроблено автором

Діаграма Ганта. Створення графіка Ганта є важливим етапом у плануванні проекту. Ця діаграма подає детальний графік виконання робіт з точним визначенням дат. Вона дозволяє чітко зобразити тривалість різних етапів проекту, враховуючи обмежені ресурси та враховуючи вихідні дні. Календарний графік представлений на рисунках Б.3-Б.5.

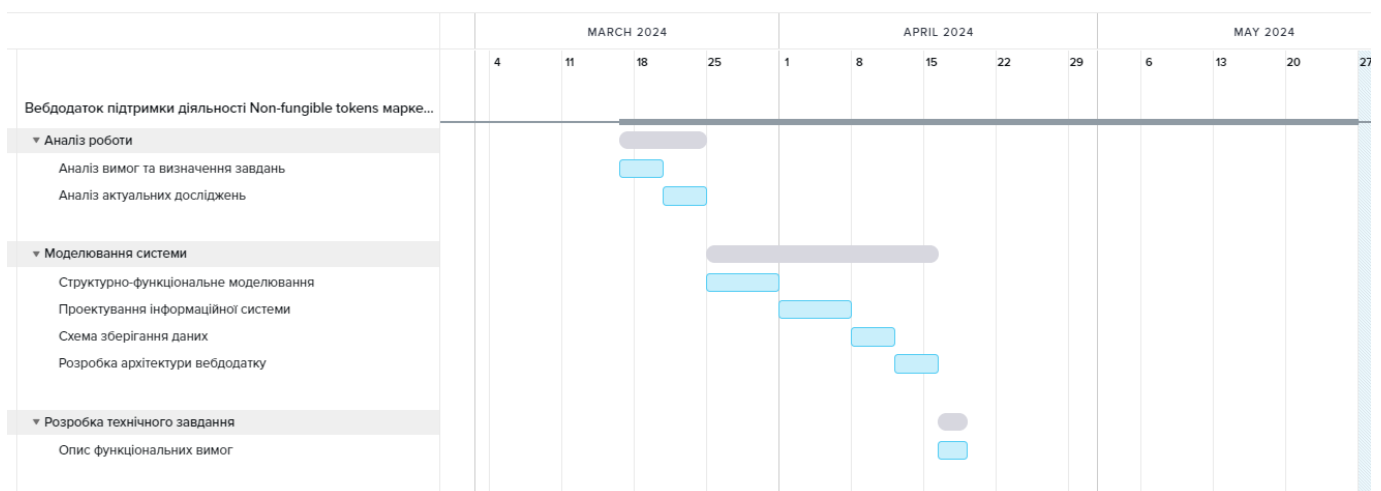


Рисунок Б.3 – Календарний графік

Джерело: розроблено автором

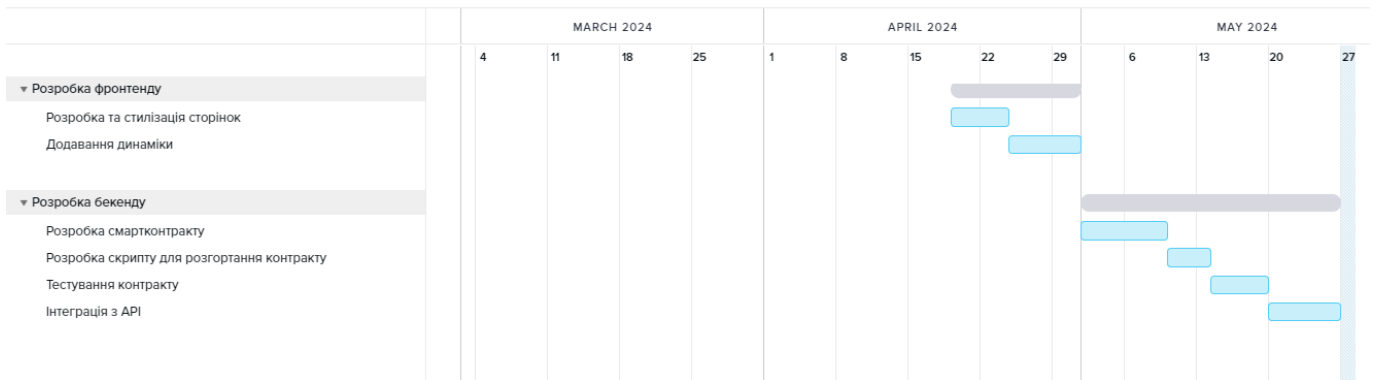


Рисунок Б.4 – Продовження календарного графіку

Джерело: розроблено автором

Управління ризиками . При проведенні якісної оцінки ризиків основним завданням є ідентифікація тих ризиків, які вимагають негайного вирішення. Реакція на ризики буде залежати від їх значущості. Далі слідує процес кількісного аналізу ризиків. Ці два підходи, кількісний та якісний, можуть застосовуватися одночасно або окремо, залежно від потреб та умов проєкту. У таблиці Б.3 надано перелік ризиків даного . Результати оцінки ризиків наданоу таблиці Б.4. Таблиця Б.5 представляє шкалу для класифікації ризиків за величиною впливу на та ймовірністю їх виникнення.

Таблиця Б.3 – Ризики

№ ризику	Назва (опис) ризику
1	Низький інтерес користувачів
2	Технічні проблеми з блокчейн технологією
3	Зміни в законодавстві

Продовження таблиці Б.3.

№ ризику	Назва (опис) ризику
4	Конкуренція на ринку
5	Проблеми з безпекою та кіберзахистом
6	Вплив економічної ситуації на платформу
7	Технічні неполадки на сервері
8	Вплив економічної ситуації на платформу
9	Проблеми із захистом інтелектуальної власності
10	Фінансові труднощі

Джерело: розроблено автором

Таблиця Б.4 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятні
2	Середня	Середній	Виправдані
3	Висока	Високий	Недопустимі

Джерело: розроблено автором

Для того, щоб знизити негативний вплив ризиків треба виконати планування реагування на них. До нього входить оцінка наслідків впливу на і розробка відповідних заходів. Аналіз виконується за показниками, які описані в таблиці Б.4. У результаті планування заходів реагування на ризики було отримано

матрицю ймовірності виникнення та впливу ризиків (рис. Б.4). Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – недопустимі.

Ймовірність	3	RS_2	RS_3,	RS_5, RS_9
	2	RS_1,RS_13	RS_4,RS_6	RS_7,RS_14
	1	RS_12	RS_8,RS_11	RS_10,RS_15
		1	2	3
		Вплив ризику		

Рисунок Б.5 – Матриця ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику

Джерело: розроблено автором

- зелений колір – прийнятні ризики;
- жовтий колір – виправданні ризики;
- червоний колір – недопустимі ризики.

На підставі отриманого значення індексу ризику класифікують: за рівнем ризику, що знаходиться в табл. А.4.

Таблиця Б.6 – Шкала оцінювання ризику за рівнем

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийнятні	$0,005 \leq R \leq 0,05$	7,8
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	1,3,5,6,10
3	Недопустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	2,4,9

Джерело: розроблено автором

Для всіх недопустимих ризиків потрібно застосувати відповідні стратегії реагування на загрози (ухилення, зменшення або передача) і зазначити якими заходами це можна досягти. Результати занести у таблицю Б.6.

Таблиця Б.7 –Ймовірність, вплив та ранг ризиків проєкту після реагування на загрози

№ ризику	Назва (опис) ризику	Ймовірність (0,1-0,9)	Вплив (0,05-0,8)	Ранг
1	Відключення світла	0,3	0,3	0.09
2	Технічні проблеми з блокчейн технологією	0,2	0,75	0.09
3	Зміни в законодавстві	0,3	0,4	0.12
4	Відсутність доступу до інтернету	0,6	0,35	0.12
5	Проблеми з безпекою та кіберзахистом	0,3	0,4	0.12
6	Пандемія	0,2	0,6	0.12
7	Технічні неполадки на сервері	0,3	0,15	0.045
8	Недостатня підготовка команди до впровадження технології	0,2	0,2	0.04
9	Проблеми із захистом інтелектуальної власності	0,6	0,5	0.13
10	Зміни в технічному завданні	0,4	0,35	0.14

Джерело: розроблено автором

Таблиця Б.8 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийняті	$0,005 \leq R \leq 0,05$	7,8
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	1,2,3,4,5,6,9,10
3	Недопустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	

Джерело: розроблено автором

Таблиця Б.9 – Ризики та стратегії реагування на них

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
RS_1	Новий	Відключення світла	0,3	0,3	0.09	Зменшення	Аналіз та опитування цільової аудиторії	Збільшення маркетингових заходів
RS_2	Новий	Технічні проблеми з блокчейн технологією	0,2	0,45	0.09	Зменшення	Ретельне тестування перед впровадженням	Регулярне вивчення оновлень блокчейн технологій, залучення експертів з блокчейн розробки
RS_3	Новий	Зміни в законодавстві	0,3	0,4	0.12	Зменшення	Слідкування за законодавчими змінами та адаптація	Консультації з юридичними експертами
RS_4	Новий	Відсутність доступу до інтернету	0,6	0,2	0.12	Зменшення	Дослідження та аналіз конкурентів	Розробка унікальних функцій, маркетингові заходи

Продовження таблиці Б.9.

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
RS_5	Новий	Проблеми з безпекою та кіберзахистом	0,3	0,4	0.12	Зменшення	Регулярні аудити та вдосконалення безпеки системи	Швидке реагування на виявлені проблеми
RS_6	Новий	Пандемія	0,2	0,6	0.12	Зменшення	Розробка гнучких стратегій відповіді на зміни ринку	Моніторинг та адаптація до економічної динаміки
RS_7	Новий	Технічні неполадки на сервері	0,3	0,15	0.045	Прийняття	Регулярні технічні перевірки, резервне забезпечення	Запровадження моніторингу технічного стану серверів
RS_8	Новий	Недостатня підготовка команди до впровадження технології	0,2	0,2	0.04	Прийняття	Організувати навчання та тренінги	Вдосконалити процес набору та підготовки персоналу

Продовження таблиці Б.9.

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
RS_9	Новий	Проблеми із захистом інтелектуальної власності	0,6	0,216	0.13	Зменшення	Розробити політику захисту інтелектуальної власності	Укладення угод та патентування важливих інтелектуальних власностей
RS_10	Новий	Зміни в технічному завданні	0,4	0,35	0.14	Зменшення	Розробити бюджет та фінансовий план	Провести аудит фінансової діяльності та знайти ефективні рішення

Джерело: розроблено автором