

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматики
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму
децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг»

(тема роботи)

Виконав: студент 2-го курсу гр. 1АКІТ-22м
(шифр групи)

спеціальності 151 – Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр та назва спеціальності)

Олександр РУСАВСЬКИЙ

(ім'я ПРІЗВИЩЕ студента)

Керівник: к.т.н., доц. каф. АІТ

Ілона БОГАЧ

(науковий ступінь, вчене звання / посада, ім'я
ПРІЗВИЩЕ керівника)

« 4 » срудня 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц.каф. КН

Людмила КРИЛИК

(науковий ступінь, вчене звання / посада, ім'я ПРІЗВИЩЕ
опонента)

« 7 » срудня 2023 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри АІТ

д.т.н., проф. Олег БІСІКАЛО

« 11 » 12 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

Вінницький національний технічний університет

Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

Рівень вищої освіти II-ий (магістерський)

Галузь знань – 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо програма - Інтелектуальні комп'ютерні системи.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АІТ

д.т.н., проф. Олег БІСІКАЛО

«20» 09 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Русавському Олександровичу

(ПШБ автора повністю)

- Тема роботи: Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг
Керівник роботи: к.т.н., доц.каф. АІТ. Ілона БОГАЧ
Затвержені наказом ВНТУ від «18» 09 2023 року № ____.
- Строк подання студентом роботи до «__» ____ 2023 року.
- Вихідні дані до роботи: оперативна пам'ять: 2 ГБайт і вище, операційна система MacOS Sonoma 14.0 і вище, Node.JS, TypeScript, Solidity, Express.js, PostgreSQL, Git, Binance Smart Chain Blockchain
- Зміст текстової частини: вступ, аналіз існуючих веб-застосунків, які використовують технології блокчейн та формулювання стратегії реалізації розробки; розробка програмного забезпечення, аналіз та опис застосування розробленого програмного забезпечення, економічна частина, висновки; список використаних джерел.
- Перелік ілюстративного (або графічного) матеріалу: Схема авторизації користувача. Блок-схема загальної роботи застосунку, Блок-схема загальної роботи плагіну, СХЕМА шифрування приватного повідомлення для авторизації

6. Консультанти розділів магістерської кваліфікаційної роботи

| Розділ | Ім'я, ПРІЗВИЩЕ та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|--------------------|--------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1-3 | Ілона БОГАЧ, к.т.н., доцент каф. АІТ | <i>[Signature]</i> | <i>[Signature]</i> |
| 4 | Професор кафедри ЕПВМ, Професор, к.е.н Володимир КОЗЛОВСЬКИЙ | <i>[Signature]</i> | <i>[Signature]</i> |

7. Дата видачі завдання «20» 09 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1 | Аналіз предметної області | 20.09.23 - 27.09.23 | виконано |
| 2 | Вибір оптимальних інформаційних технологій | 29.09.23 - 13.10.23 | виконано |
| 3 | Вибір мови програмування та середовища розробки | 17.10.23 - 20.10.23 | виконано |
| 4 | Програмна реалізація | 23.10.23 - 10.11.23 | виконано |
| 5 | Експериментальна перевірка роботи програми. Аналіз та опис застосування розробленого програмного забезпечення | 11.11.23 - 14.11.23 | виконано |
| 6 | Економічна частина | 15.11.23 - 17.11.23 | виконано |
| | Оформлення матеріалів до захисту МКР | 16.11.23 - 20.11.23 | виконано |
| 7 | Попередній захист роботи | | виконано |
| 8 | Остаточний захист роботи | 21.11.23 | виконано |

Студент

[Signature]
(підпис)

Олександр РУСАВСЬКИЙ

Керівник роботи

[Signature]
(підпис)

Ілона БОГАЧ

АНОТАЦІЯ

УДК 004.75

Русавський О. О. Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Вінниця: ВНТУ, 2023. 96 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 32 посилань; рис.: 14; табл.: 8.

Магістерська робота включає в себе розробку додатку, який використовує криптографічні методи, зокрема підписи, для забезпечення безпеки та автентифікації даних у блокчейні. Додаток реалізує бек-енд систему, яка взаємодіє з блокчейном, читає та сканує дані, забезпечуючи їхню консистентність та інтегрованість. Ця інтеграція криптографії та блокчейн технології сприяє підвищенню рівня конфіденційності та надійності обробки інформації, а також забезпечує відстеження та підтвердження кожного етапу обробки даних у децентралізованому середовищі.

Ключові слова: блокчейн, розробка, криптографія, прог

ANNOTATION

Rusavskiy O.O. Integration of blockchain technology and implementation of a mechanism for decentralized storage and processing of data in the service industry. Master's qualification work in the specialty 151 – Automation and Computer-Integrated Technologies. Vinnytsia: VNTU, 2023. 96 p.

In Ukrainian. Bibliography: 32 links; figures: 14; tables: 8.

The master's thesis includes the development of an application that utilizes cryptographic methods, specifically signatures, to ensure the security and authentication of data within the blockchain. The application implements a backend system that interacts with the blockchain, reading and scanning data, ensuring their consistency and integration. This integration of cryptography and blockchain technology contributes to an increased level of confidentiality and reliability in information processing. Additionally, it facilitates tracking and verification of each stage of data processing in a decentralized environment.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ТА ФОРМУЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБКИ | 7 |
| 1.1 Загальні відомості про технологію блокчейн та її застосування | 7 |
| 1.2 Блокчейн технології в криптовалютах, фінансових застосунках та розподілених сховищах даних..... | 8 |
| 1.3 Аналіз існуючих веб-застосунків, що використовують технологію блокчейн | 9 |
| 1.4 Стратегії реалізації розробки..... | 13 |
| 1.4.1 Реєстрація брендів | 13 |
| 1.4.2 Створення унікальних колекцій | 14 |
| 1.4.3 Плагін для магазинів брендів..... | 15 |
| 1.4.4 Верифікація, використання та купівля токенів | 16 |
| 1.4.5 Тестування на тестових сайтах брендів..... | 17 |
| 1.5 Оцінка ефективності та етапи впровадження концепції..... | 18 |
| 1.6 Висновки до розділу | 22 |
| 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..... | 23 |
| 2.1 Проектування архітектури системи | 23 |
| 2.2 Розробка серверної частини..... | 28 |
| 2.2.1 Розробка системи управління брендами та їхніми колекціями..... | 28 |
| 2.2.2 Інтеграція з блокчейн технологією для обробки транзакцій та збереження даних..... | 30 |
| 2.2.3 Сканери подій смарт-контракту | 33 |
| 2.2.4 Розробка автоматизованого скрипту для перевірки та автоматичного створення колекцій | 36 |
| 2.2.5 Розробка ендпоінтів API | 37 |
| 2.3 Розробка клієнтської частини..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| | 3 |
| 2.3.1 Розробка інтерфейсу для брендів та користувачів | 39 |
| 2.3.2 Інтеграція плагіну для магазинів брендів..... | 41 |
| 2.3.3 Механізми синхронізації даних між платформою та магазинами брендів..... | 43 |
| 2.4 Реалізація системи аутентифікації користувачів та брендів | 44 |
| 2.5 Керування версіями та контейнеризація за допомогою Git та Docker | 46 |
| 2.6 Висновки до розділу | 47 |
| 3 АНАЛІЗ ТА ІНТЕГРАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..... | 49 |
| 3.1 Технічний аналіз програмного продукту | 49 |
| 3.2 Функціональність та можливості розробленого програмного забезпечення..... | 50 |
| 3.3 Переваги та недоліки в застосуванні програмного продукту | 51 |
| 3.4 Інтеграція з іншими системами та мережами | 56 |
| 3.4.1 Інтеграція з EVM..... | 56 |
| 3.4.2 Інтеграція з non-EVM | 57 |
| 3.5 Перспективи розвитку та вдосконалення програмного забезпечення | 58 |
| 3.5.1 Панель адміністратора..... | 58 |
| 3.5.2 Інтеграція erg721 | 59 |
| 3.5.3 Мобільний гаманець | 59 |
| 3.6 Висновки до розділу | 60 |
| 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 62 |
| 4.1 Технологічний аудит розробленого мобільного додатка з відкритим кодом для надання послуг з використанням блокчейн-технологій | 62 |
| 4.2 Розрахунок витрат на розроблення мобільного додатка та програмного інтерфейсу | 67 |
| 4.3 Розрахунок економічного ефекту від можливої комерціалізації розробки..... | 71 |
| ВИСНОВКИ | 79 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 80 |

| | |
|--|----|
| | 4 |
| ДОДАТКИ | 83 |
| Додаток А (обов'язковий) Технічне завдання | 84 |
| Додаток Б (обов'язковий) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА | 88 |
| Додаток В(обов'язковий) Лістинг смарт-контракту | 92 |
| Додаток Г (обов'язковий) Протокол перевірки на плагіат | 96 |

ВСТУП

Актуальність роботи. Блокчейн технології на сьогодні розвиваються з неабиякою швидкістю [1]. Актуальність і популярність даної технології визначаються його властивостями, а саме посилений рівень безпеки інформації, децентралізованість, неможливість змінити або видалити дані, швидкість виконання транзакцій між користувачами блокчейну та ін. Мережа блокчейн відмінно підходить для виконання задач, де головними критеріями є забезпечення надійності та захисту даних. Надійність і захист забезпечуються його криптографією та децентралізацією [2].

На ринку сьогодні багато підприємців, бізнесменів, компаній та інших суб'єктів надання послуг користуються онлайн додатками для більшого охоплення своїх споживачів або майбутніх клієнтів. Проте, важливим залишається питання безпеки та надійності надання онлайн послуг. Шахрайство з появою інтернету розвинулось так само швидко, як і сама мережа, і щоразу зловмисники знаходять нові та більш винахідливі методи, для того, щоб проникнути в систему. Проте, досі мережа блокчейн не так сильно піддається шахрайським та хакерським атакам, тому стало досить популярним використання саме блокчейну для надання послуг, у тому числі і фінансових. Децентралізовані застосунки або DAPP [3] використовують смарт-контракти, які знаходяться в evm-сумісній мережі, для надання безпеки даних. [4-9]

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є покращення процесу надання послуг, а також підвищення рівня їх надійності за допомогою використання блокчейн технології в онлайн платформах для надання послуг продажу та покупок.

Об'єктом досліджень є процес розробки систем для надання послуг продажу та покупок з використанням блокчейн технологій як механізмом збереження, обробки та валідації даних.

Предметом досліджень є методи та засоби використання блокчейн технологій для імплементації у системи сфери послуг.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Детальне вивчити мережі блокчейн та її використання для досягнення поставленої мети.
2. Дослідити ринок на виявлення різних способів надання послуг або товарів, де можна застосувати блокчейн технології.
3. Спроекувати програмну частини додатку.
4. Розробити модулі додатків та змодельовати базу даних.
5. Провести тестування та розробити тестову документацію для покриття всіх модулів додатку.

Новизна отриманих результатів дослідження полягає в використанні технології блокчейн в системах реалізації механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг, що використовується вперше в подібних системах і, на відміну від існуючих, працюватиме за новим алгоритмом, в якому розподілене зберігання та шифрування даних допоможе уникнути ризиків шахрайства та потребуватиме набагато менше сторонніх сервісів для роботи.

Практична цінність отриманих результатів дослідження полягає в розробці додатку з відкритим кодом [10] та якісно-документованому API, що застосовується як окремий сервіс, що може бути використаний при створенні або інтеграції в уже існуючі онлайн платформи для надання послуг продажу та покупок.

Апробація результатів дослідження: основні результати виконання магістерської кваліфікаційної роботи опубліковані в матеріалах щорічної всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця, ВНТУ, 2023 р) [11]. Основний модуль роботи прийнятий на отримання свідоцтва авторського права на твір.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ТА ФОРМУЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБКИ

1.1 Загальні відомості про технологію блокчейн та її застосування

Технологія Blockchain отримала багато уваги в останні роки завдяки своєму потенціалу революціонізувати різні галузі. Це технологія розподіленого реєстру, яка дозволяє зберігати записи безпечно та прозоро без необхідності централізованого контролю. Технологію Blockchain можна використовувати в різних програмах, включаючи фінанси, охорону здоров'я та управління ланцюгів постачання.

Один з потенційних прикладів використання технології Blockchain - у децентралізованій програмі для продажу одягу та товарів. Така програма дозволила б покупцям та продавцям проводити транзакції без посередників, а також мати доступ до історії транзакцій, де можна впевнитися у безпечності взаємодії з постачальником чи клієнтом [12].

Блокчейн технологія може бути описана як розподілена база даних, що працює на основі цепочки блоків. Кожен блок містить набір транзакцій, які групуються разом та підтверджуються мережею. Кожен новий блок містить посилання на попередній блок, утворюючи таким чином цепочку блоків. Це розподілене храніння даних гарантує надійність, цілісність та недубльованість інформації.

Одним з ключових принципів блокчейн технології є децентралізація. Традиційні централізовані системи мають центральний орган або посередника, який контролює доступ та операції. У блокчейні ж немає центрального пункту керування. Замість цього, дані та управління розподіляються по вузлах мережі, що дозволяє кожному учаснику мати копію повної бази даних. Це забезпечує більшу прозорість, незалежність та міцність системи [13].

Принцип консенсусу в блокчейн технології означає досягнення єдності серед учасників мережі щодо стану бази даних. У централізованих системах цей процес керується центральною владою, але в блокчейні рішення приймаються шляхом консенсусу учасників. Існують різні алгоритми консенсусу, такі як Proof of Work (PoW) та Proof of Stake (PoS), які гарантують, що учасники мережі досягають згоди щодо правильності блоків та транзакцій.

Блокчейн технологія пропонує високий рівень безпеки завдяки своїм особливостям. Оскільки дані розподілені по вузлах мережі, зламати або змінити існуючі блоки стає майже неможливо. Крім того, кожна транзакція підтверджується мережею шляхом процесу майнінгу (для PoW) або стейкінгу (для PoS). Це робить блокчейн майже непроникним до шахрайства та маніпуляцій [14].

Розуміння сутності блокчейн технології та її принципів є ключовим для впровадження цієї технології в різні сфери. Децентралізація, консенсус та безпека є фундаментальними складовими блокчейн технології, що дозволяють забезпечити прозорість, надійність та безпеку в обміні даними. За допомогою вказаних принципів, блокчейн технологія відкриває широкі можливості для розробки інноваційних веб-застосунків та вирішення реальних проблем у різних сферах життя.

1.2 Блокчейн технології в криптовалютах, фінансових застосунках та розподілених сховищах даних

Криптовалюти, такі як Bitcoin та Ethereum, стали популярними та перевернули уявлення про традиційні фінансові системи. Блокчейн технологія є основою для функціонування цих криптовалют, забезпечуючи безпеку, прозорість та незалежність в операціях з ними. Онлайн-платежі та фінансові операції на основі блокчейну дозволяють здійснювати швидкі, безпечні та недорогі транзакції, обходячи посередників та зменшуючи витрати.

Bitcoin та Ethereum є двома з найбільш відомих та використовуваних криптовалют. Bitcoin, як перша і найбільша криптовалюта, використовує блокчейн для забезпечення безпеки та відстеження транзакцій. Ethereum, зі своєю власною блокчейн платформою, підтримує смарт-контракти, що дозволяють автоматизувати фінансові угоди та програми.

Смарт-контракти є ключовим елементом блокчейн технології, які дозволяють програмувати умови та виконання фінансових угод. Вони автоматизують процеси та забезпечують надійність укладених угод, сприяючи ефективності та безпеці фінансових операцій.

Застосування блокчейн технології не обмежується лише криптовалютами та фінансовими застосунками. Веб-застосунки, які використовують блокчейн, можуть служити розподіленими сховищами даних, де інформація зберігається та передається за допомогою цієї технології. Такі сховища дозволяють забезпечувати надійність, безпеку та контроль доступу до даних. Крім того, блокчейн також використовується для створення децентралізованих додатків (DApps), які не залежать від централізованих серверів і можуть працювати на основі різних протоколів блокчейну. Це відкриває нові перспективи для створення платформ та додатків, які мають вищу ступінь прозорості, безпеки та відсутності централізованого управління.

З використанням блокчейну, можна очікувати подальший розвиток фінансових застосунків, криптовалют та децентралізованих технологій, що створять нові можливості для економічного та технологічного прогресу [15].

1.3 Аналіз існуючих веб-застосунків, що використовують технологію блокчейн

Блокчейн технологія, як розподілена система зберігання та передачі даних, знаходить все більше застосувань у веб-середовищі. Ця інноваційна технологія надає нові можливості для створення безпечних веб-застосунків. Нижче

розглянемо деякі реальні приклади веб-застосунків, які використовують блокчейн для зберігання та передачі даних.

Filecoin - це децентралізована мережа, яка дозволяє користувачам зберігати, обмінюватися та отримувати доступ до файлів. Замість традиційного централізованого сховища даних, Filecoin використовує блокчейн для зберігання файлів. Користувачі можуть надійно зберігати свої файли, а також використовувати протокол Filecoin для передачі цих файлів іншим користувачам у мережі.

Steemit - це блокчейн-платформа, яка поєднує елементи соціальної мережі з криптовалютною системою. Користувачі можуть створювати та спілкуватися через контент, а отримувати за це криптовалютну винагороду. Контент на Steemit зберігається в блокчейні, що робить його незмінним та надійним.

Civic - це блокчейн-платформа, яка забезпечує ідентифікацію та аутентифікацію користувачів в мережі. За допомогою блокчейну, Civic дозволяє користувачам контролювати свої особисті дані та надавати їх для верифікації за потребою. Це дозволяє забезпечити безпеку та приватність в онлайн-середовищі.

Golem - це децентралізована мережа обчислювальних ресурсів, яка дозволяє користувачам використовувати невикористану потужність своїх комп'ютерів. За допомогою блокчейну, Golem дозволяє користувачам орендувати свої обчислювальні ресурси та отримувати винагороду в криптовалюті. Цей веб-застосунок надає ефективний спосіб розподілу ресурсів та підтримує децентралізовану модель обчислень.

Uniswap - це децентралізована платформа обміну криптовалют, яка використовує блокчейн Ethereum. Смарт-контракти на блокчейні дозволяють користувачам обмінювати токени та надавати ліквідність без посередництва традиційних фінансових посередників. Uniswap використовує смарт-контракти для децентралізованого обміну ERC-20 токенів. Платформа працює за принципом автоматизованого визначення курсу обміну з використанням ліквідності пулів. Користувачі можуть додавати ліквідність, вносячи токени в пул, і отримувати в обмін ліквідність токенів. У вересні 2020 року Uniswap

випустив токен UNI, який може використовуватися для голосування та нагородження ліквідності. Uniswap працює з токенами стандарту ERC-20 та дозволяє користувачам безпосередньо обмінювати токени без посередництва централізованих бірж.

OpenSea — це онлайн-ринок для NFT (невидаєливних токенів), який використовує технологію блокчейн для створення, продажу та обміну цифрових мистецьких та ігрових активів. Платформа використовує технологію смарт-контрактів для створення, продажу та обміну цифрових активів, які можна ідентифікувати за допомогою токенів. OpenSea підтримує стандарт ERC-721, який визначає унікальні та необмінювані токени. Користувачі можуть створювати, купувати та продавати NFT безпосередньо на платформі. Унікальність цифрових активів і можливість їх безпечного обміну зробили OpenSea важливим гравцем у ринку цифрового мистецтва та ігрових активів на блокчейні.

MediLedger використовує технологію блокчейн для відстеження та підтвердження лікарських препаратів протягом всього ланцюжка постачання. Це допомагає попереджати контрафактні ліки та підвищує довіру в лікарські засоби. Застосування технології блокчейн дозволяє створити невзаперечний та transparent спосіб відстеження постачання, що може допомогти у виявленні недочетів, фальсифікації та інших проблем у ланцюжку постачання лікарських засобів. Це стає важливим елементом в управлінні якістю та безпекою ліків у сучасних медичних системах.

Voatz використовує технологію блокчейн для створення безпечних та надійних систем віртуальних голосувань. Застосування блокчейн тут спрямоване на запобігання можливості маніпулювання результатами голосувань та забезпечення інтегритету виборчого процесу. Голоси записуються у блокчейні, що робить їх відстеження та перевірку надзвичайно надійними. Це може допомогти уникнути проблем, таких як підробка голосів, а також забезпечити виборців засобами перевірки свого голосу. Voatz використовує блокчейн для

покращення прозорості та довіри віртуальних голосувань та створення довірчого середовища для голосувань в інтернеті.

Propru використовує технологію блокчейн для ефективної купівлі та продажу нерухомості. Смарт-контракти на блокчейні дозволяють автоматизувати процеси угод та забезпечити прозорість у нерухомість. Propru може включати функції, такі як відстеження власності, підписання електронних контрактів та забезпечення безпеки в угодах з нерухомістю. Застосування блокчейн дозволяє створити безпечне та перевірене середовище для учасників ринку нерухомості, де кожен етап угоди може бути перевірений та доведений. Propru використовує блокчейн для покращення ефективності та довіри в операціях з нерухомістю.

Багато компаній використовують технологію блокчейн у розробці веб-застосунків з-за безлічі переваг, які вона може надати. Це включає децентралізацію, прозорість, безпеку даних, надійність та скорочення посередників. Ліквідність активів може бути полегшена завдяки автоматизованому обміну токенів, такому як у Uniswap. Смарт-контракти відкривають можливості для автоматизації угод та бізнес-процесів.

Технологія блокчейн також гарантує глобальний доступ та безпеку мікроплатежів. У фінансовому секторі, вона використовується для забезпечення безпеки та швидкості грошових транзакцій. В нерухомості, додатки як Propru використовують блокчейн для безпечного обміну власністю. В медицині, MediLedger дозволяє відстежувати ліки у ланцюжку постачання.

У мистецтві та ігровій індустрії, технологія блокчейну дозволяє створювати та обмінювати унікальні цифрові активи, як NFT. Системи віртуального голосування, наприклад Voatz, забезпечують безпеку та надійність. Інновації в голосуванні та додатки для IoT [16] також використовують блокчейн для забезпечення безпеки та надійності. Крім того, громадські реєстри, зменшення шахрайства та розвиток технологій грають важливу роль у популяризації цієї технології.

1.4 Стратегії реалізації розробки

Реалізація концепцій проекту передбачає використання інноваційних стратегій та методів, спрямованих на створення платформи для купівлі та використання esr1155 токенів через технологію блокчейну. Проект має на меті дозволити брендам обмінювати унікальні товари через платформу, а користувачам - підтверджувати свої власності та використовувати токени для придбання ексклюзивних товарів.

1.4.1 Реєстрація брендів

Розробка механізму подання заявок для брендів та визначення умов співпраці є ключовим етапом в реалізації проекту. Саме тут формується основа для взаємодії між платформою та брендами, забезпечуючи ефективний та прозорий процес обміну унікальними товарами за допомогою технології блокчейн та esr1155 токенів.

Бренди, які бажають приєднатися до платформи, мають можливість подати заявку на співпрацю. Цей процес починається з реєстрації, де бренди представляють основні дані про свою компанію, включаючи назву, контактні дані, та зображення їхніх унікальних продуктів та інше. Однак, важливою частиною цього етапу є визначення умов співпраці. Бренди формулюють умови, в яких вони готові співпрацювати, встановлюючи, наприклад, ексклюзивність продуктів, кількість доступних токенів для кожного елемента та умови угод.

Після заповнення заявки, представники платформи проводять її огляд та взаємодіють з брендами для уточнення деталей чи отримання додаткової інформації. При прийнятті умов та згоді на співпрацю, бренди стають частинами платформи, готовими до токенизації своїх товарів.

Цей процес включає важливий етап - заповнення заявок, де бренди розглядають не лише технічні аспекти, але і стратегічні. Вони визначають, як їхні унікальні продукти будуть представлені на платформі та яким чином буде

забезпечено їхнє ексклюзивне розміщення для власників токенів. Такий підхід дозволяє створити гнучкий та індивідуалізований механізм співпраці, адаптований до потреб кожного бренду, що надає додатковий стимул для їхньої участі у проекті.

1.4.2 Створення унікальних колекцій

Автоматизована генерація унікальних колекцій для кожного бренду виступає ключовим елементом процесу реалізації проекту. Здійснення цього пункту передбачає створення інноваційної системи, яка враховує умови співпраці та характеристики продукції для кожного бренду та на його основі формує унікальні колекції для подальшої токенизації.

Ключовий аспект цього етапу - інтелектуалізація генерації колекцій. Система враховує умови співпраці, встановлені кожним брендом, включаючи ексклюзивність товарів, обмеження на кількість токенів для кожного елемента та інші умови. Додатково, враховується опис продукції, представлений брендами при поданні заявки.

Система автоматично створює унікальні комбінації продуктів, відповідно до встановлених умов і характеристик. Кожна колекція стає унікальною ідентичністю бренду, яка може бути токенизована та запропонована користувачам.

Цей етап допомагає не лише забезпечити ефективність процесу, а й створити особливий характер для кожного бренду на платформі. Автоматизована генерація колекцій гарантує консистентність та швидкість процесу, а врахування умов співпраці робить кожну колекцію унікальною та адаптованою до стратегії кожного бренду. Цей підхід сприяє вигідній інтеграції та залученню більшої кількості брендів на платформу, роблячи їхню участь ще більш привабливою.

1.4.3 Плагін для магазинів брендів

Розробка та надання плагіна для інтеграції у магазини брендів є ключовим кроком для реалізації концепції проекту. Це передбачає створення спеціального інструмента, який дозволить брендам легко і ефективно взаємодіяти з платформою та її користувачами, реалізуючи концепцію верифікації та використання токенів через їхні власні магазини (рис. 1.1).

```
5 <h1 class="product-title">Classic Jeans</h1>
6 <p class="product-description">
7   Discover the timeless style and quality of Brand's Classic Jeans. These jeans are designed for comfort and durability, m
8 </p>
9 <p class="product-price">$49.99</p>
10 </div>
11 <iframe
12   src="http://localhost:8080/verification.html?brand=Levis&token=0xdc5669475b436a23330cb74934a6dd057c51d274&onchainid=1"
13   width="300"
14   height="140"
15   frameborder="1"
16 ></iframe>
17 <div class="product-actions">
18   <button class="btn btn-buy" @click="buy( id: 1)">Buy Now</button>
19   <button class="btn btn-add-to-cart" @click="addToCart">Add to Cart</button>
20   <button class="btn btn-wishlist" @click="addToWishlist">Add to Wishlist</button>
```

Рисунок 1.1 - Приклад підключення плагіна в html код (виділено червоним)

Плагін, розроблений для інтеграції у магазини брендів, враховує особливості та вимоги кожного бренду. Він може включати в себе набір інструментів для автоматизованої та легкої інтеграції, забезпечуючи зручний спосіб взаємодії з платформою. Плагін може бути розширюваним, дозволяючи брендам налаштовувати його відповідно до їхніх потреб.

Після розробки плагіну, передача доступу брендам є наступним етапом. Кожен бренд додається у список підтримуваних доменів, що дає їм можливість взаємодіяти з платформою через свій магазин. Це включає в себе можливість використання та верифікації токенів.

Такий підхід забезпечує брендам максимальну гнучкість та контроль над інтеграцією. Вони можуть легко впроваджувати та керувати плагіном без значних зусиль, дозволяючи їм максимізувати вигоди від участі в проекті.

Отже, розробка плагіну та надання доступу до нього для брендів визначають рівень інтеграції та взаємодії, що робить процес використання токенів простим та доступним для брендів та їхніх клієнтів через їхні власні магазини.

1.4.4 Верифікація, використання та купівля токенів

Реалізація механізму верифікації та використання токенів через плагін становить критичний етап проекту, що забезпечує ефективну та безпечну інтеракцію користувачів з токенами в межах їхніх магазинів. Цей процес включає в себе підписання приватного повідомлення та відображення власності токенів у балансах користувачів.

Ключова частина цього механізму - момент верифікації. Коли користувач вирішує використовувати токен для покупки, плагін перевіряє достовірність токена, забезпечуючи, що він відповідає вимогам бренду та платформи. Це забезпечує вірність та унікальність токена, який використовується і не може бути підроблено, так як система використовує для цього складні алгоритми шифрування та криптографії блокчейну.

Проведення транзакцій купівлі включає в себе використання смарт-контрактів та інших механізмів блокчейну для автоматизованої обробки угод між брендом та користувачем. Плагін взаємодіє з серверною частиною додатку через API а той в свою чергу з блокчейн платформою, запускає скрипти-сканери смарт-контрактів, які автоматично перевіряють умови транзакції у якій переход токенів від платформи до користувача.

Після успішної транзакції, інформація про власність токенів оновлюється у балансі користувача. Це відображення є важливим для користувачів, оскільки вони можуть переглядати свій баланс, підтверджуючи власність унікальних товарів, які вони придбали за допомогою токенів.

Такий механізм гарантує ефективну та безпечну взаємодію користувачів із токенами у межах їхніх власних магазинів. Використання блокчейн технології та

смарт-контрактів робить процес автоматизованим та відкритим, забезпечуючи чітку та достовірну систему обліку та використання токенів для користувачів та брендів.

1.4.5 Тестування на тестових сайтах брендів

Проведення тестування платформи на завчасно розроблених копіях на симуляторах сайтів брендів відіграє важливу роль у забезпеченні надійності та ефективності системи перед справжнім запуском та співпрацею з брендами. Цей етап передбачає попереднє тестування платформи для забезпечення впевненості в її надійності та коректності функціонування.

На початковому етапі, команда розробників створює копії сайтів брендів, які точно відтворюють умови реального середовища. Це включає в себе віртуальне середовище, що імітує функціонал та інтерфейс кожного конкретного сайту бренду, з яким платформа планує співпрацювати.

Під час тестування команда аналізує різні аспекти платформи, такі як:

- Інтеграція: Впевненість у тому, що платформа взаємодіє ефективно з різними технічними аспектами брендovаних сайтів.

- Функціональність: Відповідність платформи запланованим функціям, визначеним для співпраці з кожним брендом.

- Безпека: Виявлення та виправлення можливих вразливостей, щоб забезпечити безпечну обмін інформацією та токенами.

- Взаємодія із користувачами. Перевірка коректності та зручності взаємодії користувачів з платформою через сайти брендів.

Таке тестування дозволяє виявити та усунути можливі недоліки до взаємодії з реальними брендами, забезпечуючи високу якість роботи платформи під час справжньої співпраці. Такий підхід дозволяє платформі впевнено виходити на ринок та надавати ефективний сервіс своїм користувачам та брендам.

1.5 Оцінка ефективності та етапи впровадження концепції

Процес проведення оцінки концепцій з точки зору їхньої ефективності допомагає визначити, наскільки кожна концепція відповідає цілям та завданням проекту, а також як вона може бути успішно впроваджена та прийнята користувачами та брендами.

Спочатку виконується аналіз різних концепцій, розглядаючи їхні сильні та слабкі сторони. Здійснюється порівняльний аналіз можливих рішень та стратегій реалізації. У цьому контексті ефективність оцінюється на основі таких факторів, як технічна реалізація, зручність використання для користувачів та брендів, можливість масштабування та інші аспекти, які визначають успішність концепції.

Далі, проводяться тестові етапи або пілотні проекти, де концепції апробуються у реальних умовах, але на обмеженому масштабі. Це дозволяє зібрати дані щодо реальної реакції користувачів, виявити можливі труднощі та вдосконалити концепції перед повним впровадженням.

Після проведення тестів та збору відгуків визначаються ключові показники ефективності, такі як прийняття користувачами, залучення нових учасників (брендів), рівень взаємодії, та інші. Ці показники формують основу для остаточного вибору концепції чи її подальшого вдосконалення.

Оцінка концепцій дозволяє команді проекту прийняти інформоване рішення щодо того, яку концепцію обрати для подальшого вдосконалення та впровадження. Важливою частиною цього процесу є постійний зворотній зв'язок та готовність вносити корективи в концепції для досягнення максимальної ефективності та успіху проекту.

Процес порівняння обраного підходу з іншими можливими варіантами спрямований на визначення оптимального та ефективного рішення для досягнення поставлених цілей. У централізованому підході всі транзакції та обмін токенами контролюються централізованою організацією або системою. Це спрощує управління та взаємодію, оскільки є єдиний центр контролю. Реалізація

може бути швидшою, і технічна частина може бути менш складною. З недоліків - це те, що зменшується децентралізація та контроль користувачів над їхніми токенами. Є ризик виникнення одного центрального пункту збою або вразливостей.

У децентралізованому підході керування та обмін токенами розподілені між користувачами та брендами через блокчейн технологію. Збільшується безпека та децентралізація, оскільки кожен користувач має контроль над своїми токенами.

Система стає менш вразливою до атак та збоїв, оскільки вона розподілена. З недоліків - це те, що реалізація може бути більш трудомісткою, технічно складною та вимагати додаткових зусиль для забезпечення зручного використання для брендів (рис. 1.2).

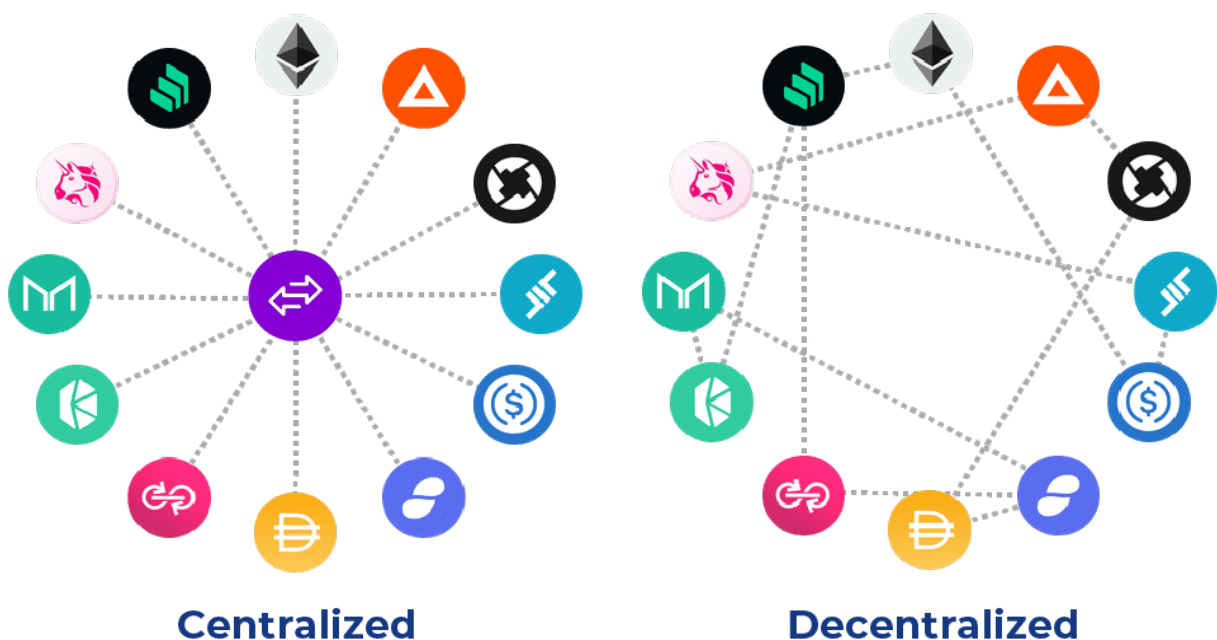


Рисунок 1.2 – Порівняння концепцій централізованого та децентралізованого розподілу даних

В обраному децентралізованому підході використовується блокчейн технологія для забезпечення децентралізованої та безпечної обміну токенами. Кожен бренд та користувач має свій унікальний ключ для взаємодії з платформою, що дозволяє забезпечити безпеку та конфіденційність. При цьому

технічний стек оптимізований для ефективної роботи з різними платформами брендів.

Обраний підхід наголошує на гнучкості, безпеці та децентралізації, що дозволяє кожному бренду та користувачеві взаємодіяти з токенами та платформою в унікальний спосіб. Основні технічні рішення орієнтовані на забезпечення найвищого ступеня безпеки та зручності використання, а блокчейн технологія служить основою для стійкої та прозорої реалізації концепції.

Обрана концепція відзначається кількома перевагами, які виокремлюють її серед інших варіантів. По-перше, технологічна реалізація вибраного підходу дозволяє ефективно взаємодіяти з різними технічними платформами брендів, що забезпечує велику гнучкість та швидкість інтеграції. По-друге, цей підхід дозволяє брендам з легкістю керувати своїми токенами та взаємодіяти з платформою через власні магазини, що сприяє зручності та відкриває нові можливості для користувачів.

У порівнянні з іншими варіантами, обраний підхід відрізняється своєю масштабованістю та готовністю до розширення функціоналу. Він може легко адаптуватися до потреб різних брендів та розвиватися відповідно до змін у ринкових умовах. Це надає конкурентну перевагу та можливість пристосування до швидкозмінюваних умов.

Запровадження платформи для обміну токенами відбувається етапно, з поступовим розширенням функціоналу та залученням нових учасників. На першому етапі платформа запускається з обмеженою кількістю брендів. Це дозволяє зосередитися на тісних взаємодіях з обраною групою брендів та вдосконалити механізми обміну токенами та взаємодії з їхніми сайтами. Також, на цьому етапі відбувається тестування стійкості та ефективності платформи під час реальної роботи.

З ростом досвіду та впевненості в роботі системи, платформа поступово розширює свій функціонал. Нові функції та можливості додаються поступово, кожен раз роблячи платформу більш готовою до роботи з різними типами брендів та їхніх вимог.

Одночасно з розширенням функціоналу, платформа активно залучає нових учасників – бренди, які бажають приєднатися до системи обміну токенами. Це відбувається під час відкриття нових реєстрацій для брендів, які виявили інтерес до участі у проекті.

Такий поділ на етапи дозволяє уникнути можливих проблем та помилок, забезпечуючи стабільне та контрольоване впровадження платформи. Поступовий розвиток та розширення її можливостей забезпечують плавний та успішний запуск, що відкриває дорогу для подальшого залучення більше брендів та користувачів. Нижче наведено таблицю 1.1 поетапного розвитку та впровадження змін в систему

Таблиця 1.1 – Етапи розвитку застосунку

| Етап розвитку | Функціональна адмін панель | Підтримка ERC-721 | Мобільний гаманець з NFC |
|-----------------|---|---|--|
| Початковий етап | Реалізація базового інтерфейсу та забезпечення основних функцій | Вивчення та аналіз можливостей ERC-721 | Дослідження можливостей NFC-інтеграції для забезпечення безпеки та автентифікації |
| 1-й квартал | Додавання інструментів для управління брендами, модерації контенту, аналітики та звітності | Інтеграція підтримки ERC-721 у всі основні функції та взаємодії з ним | Розробка та валідація мобільного додатку, який забезпечить взаємодію з гаманцем через NFC технологію |
| 2-й квартал | розширення функціоналу для управління транзакціями, конфігурацією та іншими аспектами системи | Вдосконалення і оптимізація взаємодії з ERC-721. Забезпечення універсальності та сумісності з платформи | Інтеграція технології NFC для валідації та обміну токенами у фізичних магазинах та інших локаціях |
| 3-й квартал | Розширення інструментів для управління та оптимізація функціоналу адмін панелі | Збільшення взаємодії та функціональності ERC-721 | Додавання додаткових можливостей NFC гаманця, таких як взаємодія з фізичними пристроями |

1.6 Висновки до розділу

На основі аналізу розділу, що включав вивчення можливостей технології блокчейну та її застосування в різних галузях, в тому числі використання стратегій розробки та оцінки ефективності концепції, можна зробити висновок про потенційні переваги цієї технології у сучасному бізнесі.

Виявлено, що блокчейн, як розподілена технологія зберігання даних, має великий потенціал у вдосконаленні процесів реєстрації брендів, створенні унікальних колекцій та розвитку торгівлі через платформи токенизації.

Запропоновані стратегії розробки, такі як створення плагінів для магазинів брендів, використання та верифікація токенів, і тестування на тестових сайтах, підкреслюють важливість та потенціал впровадження технології блокчейну у сучасному бізнесі.

Оцінка ефективності концепції блокчейну стала ключовим кроком для визначення переваг та можливих ризиків у процесі впровадження. Ці результати сприятимуть у плануванні та ухваленні стратегічних рішень для підвищення конкурентоспроможності та стійкості бізнесу.

Усе це підкреслює потенціал технології блокчейну у впровадженні нововведень у сфері брендінгу та торгівлі, вказуючи на важливість подальших досліджень та практичного застосування даної технології для досягнення нових успіхів у сучасному бізнес-середовищі.

2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Проектування архітектури системи

У реалізації архітектури системи для додатку, який базується на технології блокчейн для купівлі та використання `escr1155` токенів, визначається комплексний план роботи. Мета - створити ефективний, безпечний та легко розширюваний механізм, що дозволить брендам ефективно взаємодіяти з користувачами через унікальні та обмежені колекції продуктів.

Бренди та компанії, які бажають продавати унікальні товари через платформу, звертаються з заявкою. Після проходження погодження вони стають частиною платформи. Система автоматично генерує нову колекцію для кожного бренду, відповідну їхній унікальній продукції. Це дозволяє кожному бренду мати власний унікальний ідентифікатор та колекцію продуктів на платформі.

Для імплементації цієї системи, було обрано блокчейн технологію. Її використання дозволяє забезпечити безпеку та надійність транзакцій, а також забезпечує токенизацію продуктів. Кожен товар у колекції отримує свій унікальний токен, який може бути куплений користувачами та використаний для доказу власності унікального товару.

Важливою частиною архітектури є взаємодія з брендами через плагіни. Після створення колекції, сервіс надає брендам доступ до плагіну, який вони можуть легко інтегрувати у свої онлайн-магазини. Цей плагін дозволяє користувачам, які мають на балансі токен, використовувати його для заверефікації та покупки продуктів з унікальних колекцій.

Окремо розглянемо архітектурний підхід до інтеграції зовнішніх API. Система буде взаємодіяти з платіжними системами для забезпечення ефективності та безпеки операцій, а також з системами доставки для організації доставки унікальних товарів до користувачів.

Важливим елементом архітектури є інтеграція смарт-контрактів, які відповідають за виконання логіки транзакцій та підтвердження власності

токенів. Ці смарт-контракти будуть розгортані на блокчейні та інтегровані з розподіленою базою даних.

Щодо безпеки, в системі використовуються механізми шифрування для захисту конфіденційної інформації. Також враховуються можливості інтеграції з системами аутентифікації для захисту доступу до особистих облікових записів та транзакцій.

Також враховується масштабованість та розширюваність системи, створюючи модульну структуру. Це дозволить легко впроваджувати нові функції та оновлення, не впливаючи на роботу основної системи. Розробка механізмів керування станом та синхронізації забезпечує правильну та швидку обробку транзакцій. І, зрозуміло, система має бути готовою до масштабування. Розглядаються стратегії для збільшення кількості користувачів та брендів, а також механізми балансування навантаження для ефективного розподілу трафіку.

Для візуального розуміння була розроблена схема взаємодії брендів через API та плагін (IFRAME на рисунку) та додатку на рис. 2.1.

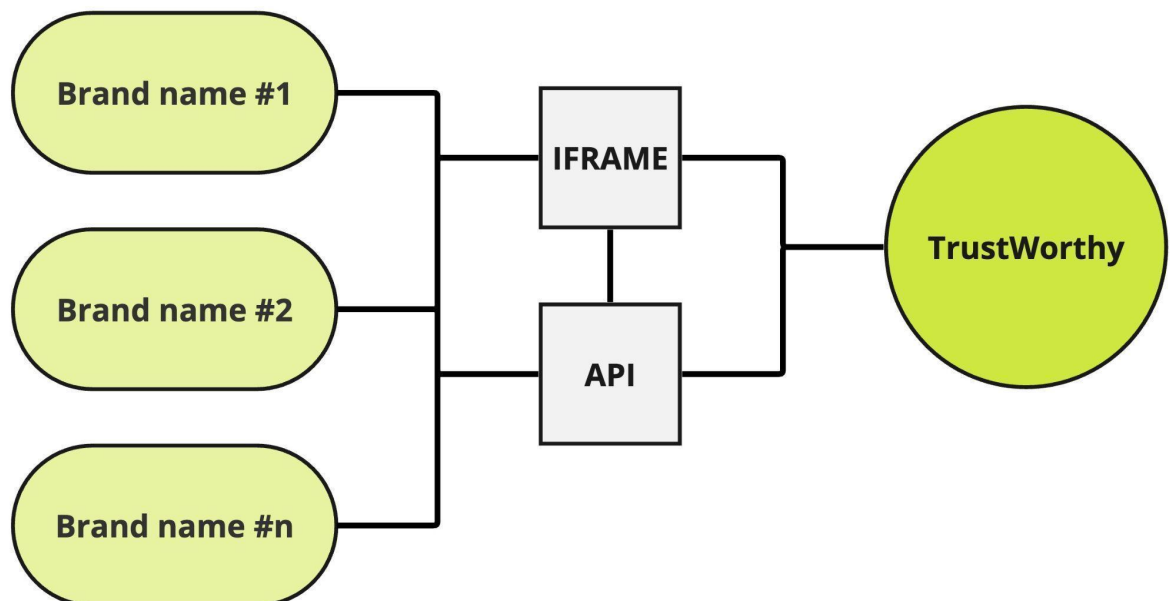


Рисунок 2.1 - Схема взаємодії різних брендів з додатком

Для роботи взаємодії між брендом та додатком потрібно детально зрозуміти, визначити та реалізувати плагін валідації. Схема роботи плагіна зображена у додатку Б на рисунку Б.3.

Для реалізації плагіна, який дозволяє брендам інтегрувати унікальні колекції на своїх сайтах, використано передові технології для забезпечення зручності та безпеки взаємодії. Плагін надається у вигляді HTML-файлу, який легко доступний через `iframe`. Але ключовою частиною є виконуваний код JavaScript, який передається через API.

Створений HTML-файл представляє собою інтерфейс для взаємодії з користувачами. Цей файл є загальнодоступним та може бути включений як `iframe` на будь-якому веб-сайті. Він містить елементи, які дозволяють користувачам переглядати та купувати унікальні продукти бренду.

Виконуваний код JavaScript відповідає за взаємодію з системою через API. При завантаженні HTML-файлу на стороні клієнта, код ініціює запит до API, передаючи параметри, такі як назва бренду та адреса колекції. Ці параметри необхідні для правильного завантаження та відображення унікальних продуктів.

Запити до API підписуються цифровим підписом для забезпечення безпеки та вірогідності даних. Аутентифікація відбувається через підключення гаманця. Це гарантує, що лише авторизовані користувачі зможуть проводити валідацію та використання на плагіні.

Для забезпечення того, що плагін працює належним чином лише для клієнтів (брендів), система реєструє та перевіряє домени, які можуть взаємодіяти з API. Якщо домен не зареєстрований в системі як клієнт, плагін може не коректно працювати, оскільки API не розпізнає його як авторизованого.

Код JavaScript завантажується через спеціальний ендпоінт API, що дозволяє динамічно оновлювати функціонал плагіна без необхідності вручну вбудовувати або оновлювати його код на сторінках брендів. Це забезпечує зручність у використанні та підтримку.

Плагін розроблений з урахуванням можливості оновлень та розширення функціоналу. Зміни та додатки можуть легко впроваджуватися без великих змін в основній системі.

Реалізація плагіна надає брендам можливість інтегрувати унікальні колекції на своїх сайтах з легкістю, забезпечуючи безпеку та коректну роботу тільки для авторизованих клієнтів.

Окрім логіки співпраці з брендами була розроблена логіка співпраці з користувачами, що роблять покупки. Схема взаємодії на рис. 2.2.

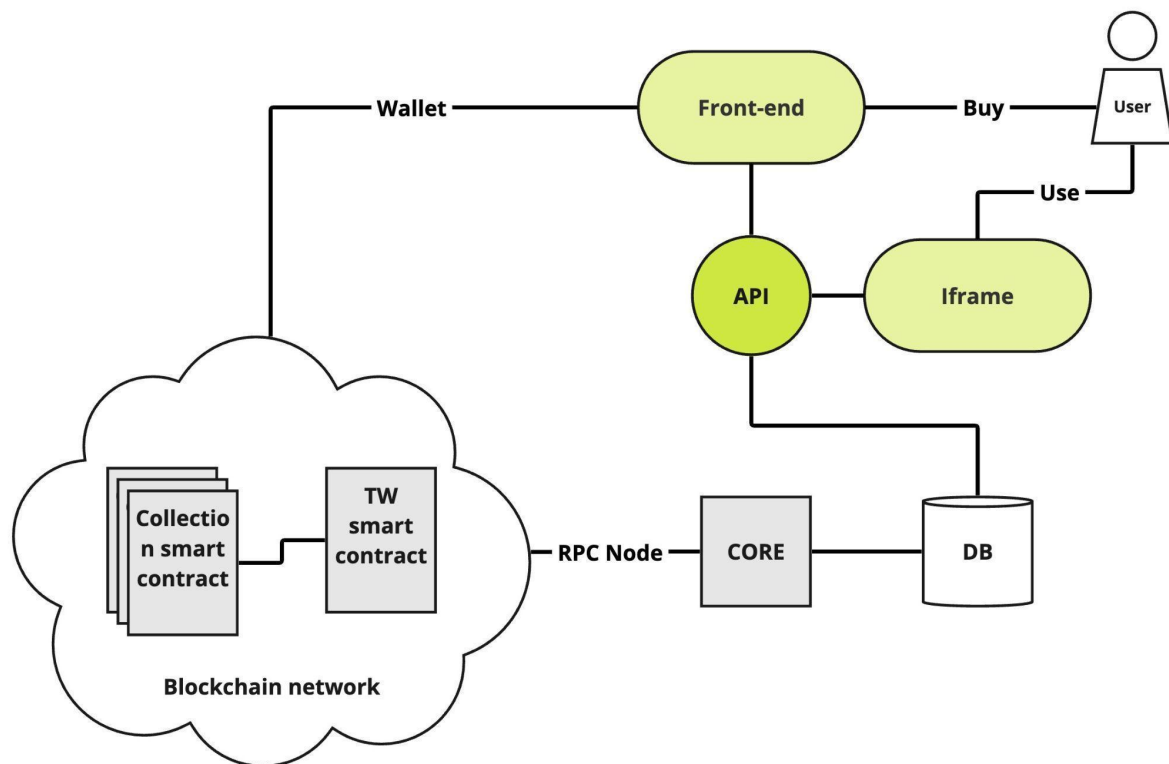


Рисунок 2.2 - Схема взаємодії покупця з додатком

Взаємодія користувача з додатком та процес придбання токена унікальної колекції бренду визначається детальною та зручною логікою, спрямованою на забезпечення прозорості та безпеки для кожного учасника.

Користувач, використовуючи фронтенд додатку та свій гаманець, має можливість придбати токен колекції бренду. На фронтенді відбувається інтерактивний процес, де він обирає бажану колекцію, вказує кількість токенів та ініціює транзакцію.

Здійснюючи транзакцію, користувач взаємодіє з смарт-контрактом, який відповідає за обробку та реєстрацію покупки токенів. Цей головний смарт-контракт виступає як центральний елемент системи, забезпечуючи зв'язок із всіма колекціями, що були створені через нього.

Після успішної транзакції дані зчитуються спеціальним сканером, який моніторить стан смарт-контракту. Отримані дані зберігаються в базі даних, яка функціонує як централізоване сховище для інформації про усі токени та їхні власників.

API, яке забезпечує взаємодію між базою даних та фронтом, відповідає за зчитування та передачу цих даних. Коли користувач переглядає свої токени або використовує їх на плагіні, API запитує базу даних та повертає актуальну інформацію для відображення на фронтенді.

При використанні токенів на плагіні, користувач може перевірити аутентичність та власність унікального продукту, представленого брендом. Плагін взаємодіє з головним смарт-контрактом для перевірки стану токенів та їх власності.

Важливо зауважити, що хоча існує багато контрактів колекцій, які відповідають за конкретні унікальні продукти брендів, саме через головний смарт-контракт відбувається купівля та управління усіма цими колекціями. Це забезпечує єдність та централізацію управління та взаємодії з токенами на рівні системи.

Таким чином, взаємодія покупця з додатком органічно поєднується з гнучкою та безпечною системою, де головний смарт-контракт виступає як ключовий елемент, забезпечуючи єдність та ефективність управління та власністю токенів.

2.2 Розробка серверної частини

2.2.1 Розробка системи управління брендами та їхніми колекціями

Розробка системи управління брендами та їхніми колекціями - це слажена та ефективна інженерна операція, що базується на використанні бази даних та смарт-контракту. Однією з ключових особливостей цього процесу є встановлення асоціацій між брендами та їхніми колекціями, забезпечуючи унікальність та структурованість кожного унікального продукту.

У базі даних кожна колекція прив'язана до певного бренду, використовуючи механізм зв'язків. Це забезпечує легкий та швидкий доступ до всіх колекцій, пов'язаних із конкретним брендом. Кожен бренд отримує унікальний ідентифікатор, який служить ключем для асоціації з його власними колекціями у базі даних.

Взаємодія із смарт-контрактом є визначальною для здійснення транзакцій та читання інформації. Під час кожної транзакції, система передає ідентифікатор бренду, а смарт-контракт використовує його для визначення відповідної колекції. Цей механізм дозволяє забезпечити відповідність та коректність операцій із токенами, пов'язаними із конкретним брендом.

За допомогою цієї системи бренди можуть легко додавати та керувати своїми унікальними колекціями. Асоціація кожної колекції з конкретним брендом надає бренду повний контроль над своїми унікальними продуктами та токенами, дозволяючи ефективно взаємодіяти з платформою та її користувачами.

Завдяки зв'язкам у базі даних та використанню ідентифікаторів брендів у смарт-контракті, система стає надійним та ефективним інструментом для реалізації концепції управління брендами та їхніми колекціями. Такий підхід забезпечує якість та стабільність у взаємодії, зробивши систему гнучкою та пристосованою до потреб різних брендів. На рис. 2.3 зображено схему зв'язків таблиць у базі даних. Видно, що таблиця Brands яка відповідає за зберігання

брендів посилається на інші таблиці з колекціями, токенами та іншими даними для зручного та швидкого доступу.

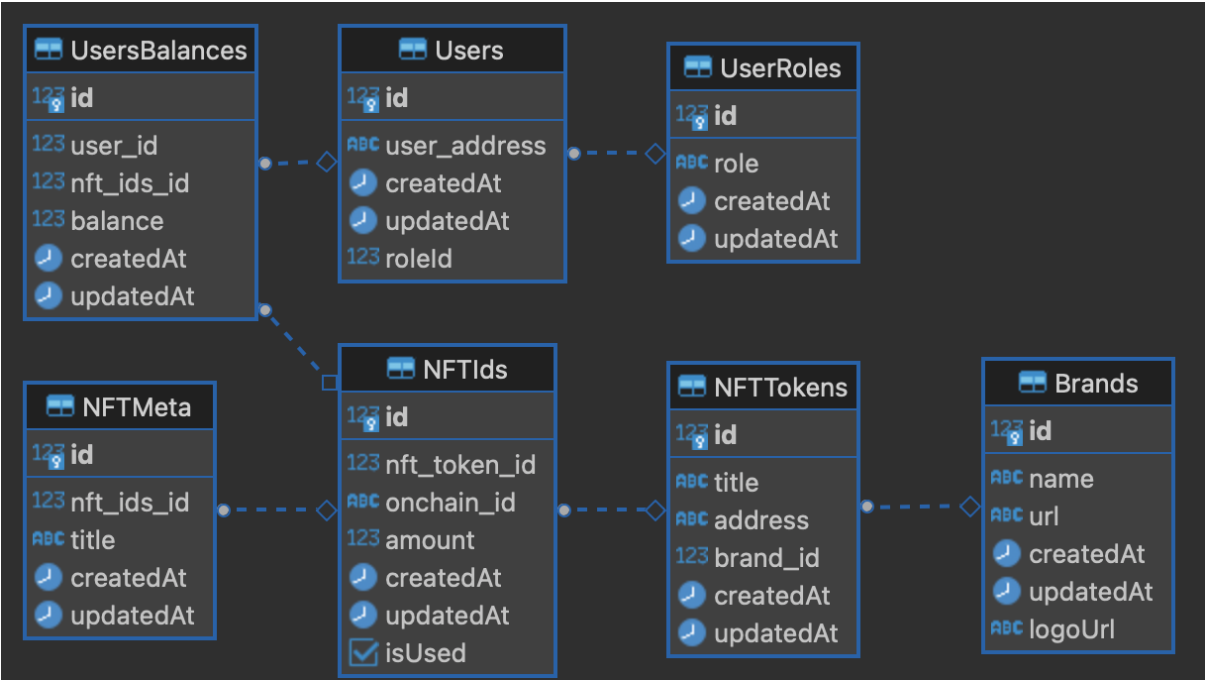


Рисунок 2.3 - Схема зв'язків таблиць бази даних

Ця база даних визначає основну структуру для інтегрованої системи управління брендами та їхніми колекціями, використовуючи технологію блокчейн. Нижче наведено основні таблиці, що визначають взаємозв'язки між брендами, їхніми колекціями та користувачами. Нижче в таблиці 2.1, наведено опис структури бази даних, таблиць та їх зв'язків між собою.

Таблиця 2.1 - Таблиця усіх зв'язків у базі даних

| Ім'я Таблиці | Опис | Ключові Поля/Зв'язки |
|---------------|--|--|
| ScannedBlocks | Таблиця для зберігання останнього просканованого блоку. Необхідна для належного функціонування сканерів. | Немає |
| Brands | Таблиця для зберігання зареєстрованих брендів на платформі. | Немає |
| NFTTokens | Таблиця для зберігання колекцій, що належать бренду. Містить поле "brand_id," яке посилається на послідовний номер бренду, до якого належить колекція. | brand_id (посилання на Brands) |
| NFTIds | Таблиця для зберігання токенів конкретної колекції. Містить поле "nft_token_id," яке посилається на послідовний номер колекції, до якої належить токен. | nft_token_id (посилання на NFTTokens) |
| NFTMeta | Таблиця для зберігання посилань на конкретні метадані токена в колекції. Містить поле "nft_ids_id," яке посилається на токен, до якого належать метадані. | nft_ids_id (посилання на NFTIds) |
| UserRoles | Таблиця для зберігання унікальних ролей, які можуть існувати на платформі. Значення за замовчуванням - "користувач," що дозволяє користувачам цієї ролі тільки купувати та переглядати токени. | Немає |
| Users | Основна таблиця для зберігання інформації про користувачів (адреса гаманця, посилання на роль, до якої належить користувач). | role_id (посилання на UserRoles) |
| UserBalances | Таблиця для зберігання записів усіх користувачів, які володіють певним токеном. Використовує зв'язок багато-до-багато, дозволяючи багатьом користувачам володіти багатьма одиницями одного токена. | user_id (посилання на Users), nft_ids_id (посилання на NFTIds) |

2.2.2 Інтеграція з блокчейн технологією для обробки транзакцій та збереження даних

Інтеграція з блокчейн технологією в систему управління брендами та їхніми колекціями відіграє визначальну роль у забезпеченні безпеки, надійності та прозорості транзакцій та зберіганні даних. Цей етап реалізації системи

спрямований на забезпечення ефективності та цілісності операцій, а також підвищення довіри до платформи [17].

Для досягнення цієї мети використовується блокчейн технологія, яка гарантує децентралізовану та недоступну до втручання природу операцій. Кожна транзакція, пов'язана з покупкою tokenів чи з іншими операціями на платформі, записується у блокчейн.

Смарт-контракт, який діє в блокчейні, відповідає за обробку та автоматизацію транзакцій. Він взаємодіє з системою управління брендами та базою даних, забезпечуючи синхронізацію між фронтендом та блокчейном.

При кожній транзакції, такій як покупка tokenів чи зміна власності унікального продукту, система взаємодіє з смарт-контрактом, який ініціює відповідний запис у блокчейні. Цей запис містить не лише деталі транзакції, але й відомості про бренд, колекцію та інші ключові параметри [18].

Блокчейн слугує джерелом правдивої інформації, яка недоступна для зміни чи вилучення, що гарантує імутабельність даних. Кожна транзакція, коли користувач придбає токени чи використовує їх на плагіні, стає частиною публічного реєстру, який може бути перевірений будь-ким бажаючим [19].

Завдяки блокчейн технології, досягається висока ступінь безпеки та невідмовності від централізованого контролю [20]. Кожен блокчейн вузол має однакову копію всіх транзакцій, забезпечуючи резервне копіювання даних та масштабованість. Нижче на рис.2.4 показані основні методи головного смарт-контракту завдяки яким виконується уся вищеописана логіка.

Інтеграція блокчейн технології до системи управління брендами та колекціями є не лише технічним кроком для оптимізації операцій, але й стратегічним рішенням для створення надійної та довіреної екосистеми для брендів та користувачів. Для безперервного на надійного зв'язку смарт-контракту та програмного коду, що виконується на сервері, потрібно використати події смарт-контракту.

```

32     function buyTokens(
33         address _tokenContract,
34         uint256 _tokenId,
35         uint256 _amount
36 >     ) external payable {--
74     }
75
76     function createERC1155Collection(
77         string memory _name,
78         string memory _uri,
79         uint256[] memory _tokenIds,
80         uint256[] memory _initialAmounts,
81         uint256[] memory _prices,
82         address _owner,
83         uint256 _internalBrandId
84 >     ) public onlyService {--
98     }
99
100 >     function setServiceAddress(address _serviceAddress) public onlyOwner {--
102     }
103
104 >     function addTokenContract(address _contractAddress) private {--
108     }
109
110 >     function setTokenPrice(address _collectionAddress, uint256 _tokenId, uint256 _price) private {--
112     }
113
114 >     function getTokenPrice(address _collectionAddress, uint256 _tokenId) public view returns (uint256) {--
116     }
117
118 >     function setCollectionOwner(address _owner, address _collection) private {--
120     }
121
122 >     modifier onlyService() {--
125     }

```

Рисунок 2.4 - Основні методи головного смарт контракту

Події в смарт-контракті виникають при кожній значущій операції, такій як покупка токенів чи перехід власності унікального продукту. Кожна з цих подій ретельно визначена та програмно викликається при виникненні відповідної події у системі.

Використання смарт-контракту має кілька вагомих переваг. По-перше, він дозволяє автоматизувати та гарантувати виконання правил та умов, визначених системою. По-друге, він забезпечує децентралізовану та незмінну реєстрацію подій у блокчейні, що гарантує безпеку та недоступність до втручання.

Кожна транзакція в системі взаємодії з смарт-контрактом спричиняє виклик конкретної події, яка реєструється та записується в блокчейн. Наприклад, коли користувач купує токени колекції певного бренду, виникає подія, що реєструє цю транзакцію в блокчейні, зберігаючи деталі про покупку та зміни власності токенів.

Використання подій смарт-контракту є обраною стратегією через їх спроможність автоматично видавати логіку для считування системою та

гарантувати взаємодію в умовах високої довіри та невідмовності від централізованого контролю. Смарт-контракт служить як авторитетний арбітр та реєстратор усіх значущих подій на платформі.

Потреба у парсингу подій виникає з необхідності аналізу та візуалізації даних, які знаходяться в блокчейні. Парсинг в даному контексті визначає процес аналізу інформації, що міститься у записах подій у блокчейні, та подальше її використання для створення звітів, статистики чи інших важливих аналітичних елементів. Такий підхід дозволяє системі ефективно використовувати накопичені дані та надає користувачам важливу інформацію про їхні операції та власність токенів.

2.2.3 Сканери подій смарт-контракту

В контексті системи управління брендами та колекціями важливо забезпечити ефективне виявлення та реєстрацію ключових подій – створення та купівлі токенів. Для цього були розроблені два сканери подій, які взаємодіють з головним смарт-контрактом.

Перший сканер призначений для виявлення подій, пов'язаних із створенням нових токенів. Він відіграє ключову роль у взаємодії з брендами та компаніями, які бажають створити унікальні токени для своїх продуктів. При кожному створенні нового токена сканер фіксує цю подію, забезпечуючи точну та оперативну реєстрацію транзакцій у блокчейні. Це не лише забезпечує швидкість процесу створення токенів, але й важливий для забезпечення імутабельності та достовірності даних.

Також цей сканер відповідає за виявлення подій, пов'язаних із купівлею токенів користувачами. При кожній транзакції купівлі токена, цей сканер реєструє всі деталі операції та забезпечує взаємодію з головним смарт-контрактом для точної ідентифікації та реєстрації транзакцій. Це не тільки забезпечує безпеку та відстеження купівель токенів, але і важливий для створення цілісної системи обліку.

Крім того, був розроблений окремий сканер для взаємодії з колекціями на платформі. Цей сканер виявляє та реєструє події, пов'язані із кожною окремою колекцією, забезпечуючи додатковий рівень деталізації та контролю. Він дозволяє відслідковувати популярність конкретних колекцій, їхню активність та взаємодію з користувачами.

Такий підхід до розробки сканерів подій визначається потребою в надійній та прозорій системі взаємодії з токенами та їхніми власниками. Сканери виконують важливу функцію в системі управління брендами та колекціями, забезпечуючи точність обліку та оперативну реакцію на всі ключові події у блокчейні [21].

Додатковий сканер, розроблений для взаємодії з колекціями на платформі, виконує не лише виявлення подій, але і фіксує деталі транзакцій, пов'язаних із переміщенням токенів між користувачами. Його функціонал дозволяє точно реєструвати, хто та куди відправив токен, створюючи автоматичний механізм синхронізації цих даних у базі даних. Та автоматичне створення нових користувачів.

При кожній транзакції переміщення токена між користувачами сканер фіксує не лише факт операції, але й ідентифікатор відправника та отримувача, кількість переданих токенів та всі інші важливі деталі. Це забезпечує не тільки створення точного журналу переміщень токенів, але і можливість автоматичної синхронізації цих даних з основною базою даних системи.

Синхронізація даних є ключовим аспектом для забезпечення консистентності та достовірності інформації в системі. Отримані від сканера дані автоматично вносяться у базу даних, що забезпечує їхню актуальність та негайну доступність для подальшого використання. Цей механізм гарантує, що дані про переміщення токенів завжди відображають поточний стан системи.

Застосування такого сканера для взаємодії з колекціями розширює можливості системи, дозволяючи не лише відслідковувати активність користувачів у межах певної колекції, а й створювати повний облік переміщень токенів у реальному часі. Це стає важливим елементом для забезпечення

прозорості та контролю у взаємодії користувачів із токенами на платформі. Також архітектура розробленої логіки дозволяє масштабуватись та додавати нові сканери по мірі їх потреби та розвитку додатку, що можна споглядати на рис. 2.5 нижче.

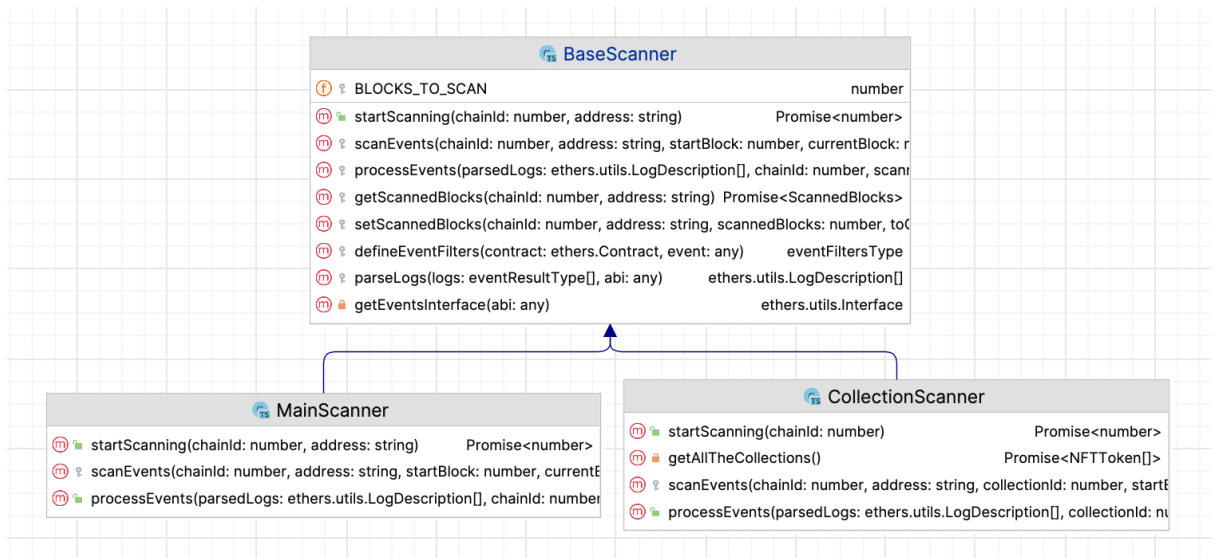


Рисунок 2.5 - Діаграма класів сканерів.

Сканери подій смарт-контракту, включаючи той, який взаємодіє з колекціями, були налаштовані на автоматичний та циклічний запуск для ефективного виявлення та реєстрації подій у блокчейні. Це забезпечує постійний моніторинг система з метою забезпечення актуальності отримуваних даних.

Запуск сканерів організований за допомогою інструменту управління процесами PM2, що дозволяє робити це автоматично та налаштовувати періодичність та обсяг сканування. Завдяки PM2 реалізована можливість запускати сканер кожні 30 або 40 секунд або інший проміжок часу, що дозволяє підтримувати постійний моніторинг та реагувати на події в реальному часі. Також встановлено обмеження на кількість оброблюваних блоків за один раз, щоб уникнути перенавантаження вузла та забезпечити успішне та ефективне сканування [22].

Цей підхід до автоматизації запуску сканерів дозволяє системі динамічно адаптуватися до змін у блокчейн мережі та забезпечує надійність та стабільність

функціонування. Застосування циклічних сканерів з регульованим інтервалом між запусками є ключовим елементом для підтримки актуальності та оперативності відслідковування подій у системі управління брендами та колекціями.

2.2.4 Розробка автоматизованого скрипту для перевірки та автоматичного створення колекцій

Розробка автоматизованого скрипту для перевірки та автоматичного створення колекцій є важливим етапом в реалізації проекту. Цей скрипт призначений для ефективного та швидкого впровадження нових колекцій в систему, спрощуючи рутинні процеси та забезпечуючи точність виконання транзакцій.

Одним з ключових аспектів розробки є автоматизація запуску скрипту за допомогою `rm2`, що дозволяє створити ефективний механізм для циклічного виклику скрипту з заданими інтервалами. Це забезпечує автоматичну і неперервну роботу системи, позбавляючи необхідності вручному втручанню.

Використання приватного ключа для виконання транзакцій є критичним елементом безпеки, оскільки забезпечує автентифікацію та авторизацію в системі. При цьому важливо враховувати та дотримуватися високих стандартів безпеки, забезпечуючи захист конфіденційності ключових даних.

Скрипт виконує перевірку та створення колекцій відповідно до переданих параметрів та вхідних даних. Автоматичні процеси забезпечують швидкість та точність виконання завдань, а також мінімізують ризик виникнення помилок через втручання людини.

Важливо також враховувати можливі сценарії помилок та передбачити відповідні заходи безпеки. Автоматизований скрипт повинен бути готовий до обробки непередбачуваних ситуацій та надійно захищений від потенційних загроз.

При розробці скрипту слід також звертати увагу на його масштабованість та можливість взаємодії з іншими компонентами системи. Відповідна структура та архітектура скрипту дозволяють легко внести зміни та розширювати його функціональність у майбутньому.

Загалом, розробка автоматизованого скрипту для перевірки та автоматичного створення колекцій - це важливий крок у напрямку оптимізації процесів роботи системи. Автоматизація дозволяє прискорити впровадження нових функцій та забезпечити стабільність та ефективність додатку.

2.2.5 Розробка ендпоінтів API

У процесі розробки ендпоінтів API для системи використовувався ефективний та надійний інструмент — Express.js [23]. Цей фреймворк для Node.js надавав необхідну структуру та можливості для створення робочих та ефективних API, які відповідали вимогам проекту.

Один із ключових аспектів розробки ендпоінтів API — це обробка та валідація даних [24]. Для цього була використана бібліотека Class Validator, яка надала зручні інструменти для визначення правил валідації та перевірки вхідних даних. Зокрема, валідація відбувалася на рівні DTO (Data Transfer Object), що дозволяло чітко визначати структуру та обов'язкові поля для кожного типу запиту [25].

Використання DTO спростило взаємодію з клієнтами API, адже вони мали чітко визначені об'єкти, які відповідали їхнім потребам. Крім того, цей підхід дозволяв визначити типи даних, які очікувались на вході, що підвищувало надійність та безпеку API.

В розробці системи брендів та колекцій, було обрано TypeScript як основну мову програмування. Однією з ключових причин цього вибору є його строга типізація, що робить розробку API більш безпечною та надійною. TypeScript надає можливість визначити типи даних для змінних, параметрів функцій та

об'єктів, що дозволяє виявляти та усувати помилки ще на етапі розробки, забезпечуючи високий рівень стабільності системи.

Опис ендпоінтів у розробленому API наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Опис ендпоінтів у розробленому API

| Ендпоінт | Опис |
|-------------------------|---|
| 1 | 2 |
| GET:/brand | Отримати всі бренди. Використовується для відображення списку брендів на платформі. |
| POST: /brand | Створити запит на створення колекції. Вимагає прав користувача "user". Використовується для ініціювання процесу створення нової колекції брендом. |
| GET: /iframe | Отримати логіку Iframe. Використовується для завантаження та відображення Iframe на інших веб-сайтах. |
| GET: /nfttoken | Отримати всі токени NFT. Використовується для перегляду всіх доступних токенів NFT на платформі. |
| GET: /nfttoken/:address | Отримати конкретний токен NFT за адресою. Використовується для отримання деталей про певний токен NFT на платформі. |
| /user/auth/login | Аутентифікація користувача. Використовується для входу користувачів в систему, перевірки підпису та генерації JWT токена для авторизації. |
| POST: /user/auth/login | Отримати баланс користувача. Вимагає прав користувача "user". Використовується для перегляду балансу токенів, які належать користувачеві. |
| GET: /verify/ownership | Перевірити власність токена. Використовується для перевірки, чи належить конкретний токен вказаному власнику. |
| GET: /verify/usage | Перевірити використання токена. Використовується для перевірки кількості разів, які конкретний токен був використаний на платформі. |

Крім того, TypeScript дозволяє використовувати декоратори, які взяли своє початкове значення в екосистемі JavaScript і вже знайшли своє застосування у світі Node.js та розробці серверних додатків. Декоратори стали невід'ємною частиною розробки на TypeScript, особливо при створенні API. Вони дозволяють застосовувати додаткові функції до класів, методів чи властивостей, роблячи код більш чистим та зрозумілим [26].

Однією з основних переваг використання TypeScript для розробки API є підтримка декораторів бібліотекою `class-validator`. Ця бібліотека дозволяє визначати та валідувати дані, отримані від клієнтів або інших частин системи. Використання декораторів у поєднанні з `class-validator` спрощує валідацію вхідних даних, а також підвищує читабельність та підтримуваність коду.

Такий підхід до розробки дозволяє забезпечити високий рівень безпеки та стабільності системи, зменшуючи ймовірність виникнення помилок у коді. Крім того, TypeScript стає потужним інструментом для створення чистого та ефективного API для системи управління брендами та їхніми колекціями.

Express.js, як основний фреймворк, надавав можливість швидко налаштовувати різні ендпоінти, обробляти різні типи запитів та забезпечувати їхню безпеку. Такий підхід до розробки API дозволяв ефективно взаємодіяти з клієнтами, забезпечуючи високий рівень функціональності та стійкість до помилок.

2.3 Розробка клієнтської частини

2.3.1 Розробка інтерфейсу для брендів та користувачів

Розробка інтерфейсу для брендів та користувачів у системі управління брендами та колекціями є складним завданням, яке вимагає комплексного підходу та уваги до деталей. Основною метою є створення інтерфейсу, який не лише відповідає потребам обох груп користувачів, але й сприяє зручності, ефективності та задоволенню від взаємодії з платформою.

Для брендів створюється панель управління, яка надає їм можливість створювати колекції. Тут бренди можуть додавати нові колекції, а в майбутньому й редагувати існуючі, визначати умови продажу та встановлювати параметри взаємодії з користувачами. Інтуїтивний та простий у використанні інтерфейс дозволяє брендам легко і швидко адаптуватися до змін та взаємодіяти з платформою без зайвих труднощів.

Окремий акцент приділяється інтеграції плагінів, яка відкриває нові можливості для брендів. Цей інтерфейс дозволяє легко внедрювати та налаштовувати плагіни, щоб розширити функціонал та покращити взаємодію зі своєю аудиторією. Бренди отримують доступ до інструментів аналітики, які допомагають визначити ефективність їхніх колекцій, розуміти попит користувачів та вчасно реагувати на зміни в ринкових умовах.

Якщо переходити до інтерфейсу для користувачів. Головним завданням є створення привабливого та легкого у використанні інтерфейсу, який стимулюватиме користувачів до активної участі та покупок на платформі. Кожен елемент інтерфейсу має бути ретельно розроблений, з урахуванням не лише функціональних аспектів, але й естетичних вимог.

Основний екран для користувачів містить зручний каталог доступних колекцій. Інтуїтивно зрозумілі кнопки та функціональні елементи спрощують процес пошуку та вибору. Кожен продукт в колекції має докладні описи, назви, посилання і можливість перегляду унікальної інформації, яка підтримується технологією блокчейн.

Система покупок та використання токенів також інтегрована у зручний інтерфейс, що дозволяє користувачам легко здійснювати транзакції та використовувати придбані токени для отримання унікальних товарів. Кожен користувач має особистий кабінет з балансом токенів.

Важливим аспектом є адаптивність інтерфейсу для користувачів на різних пристроях. Зручність використання повинна залишатися на високому рівні як на комп'ютерах, так і на мобільних пристроях, щоб забезпечити безперервний доступ та комфорт користувачів.

Загалом, розробка інтерфейсу для брендів та користувачів - це багатогранне завдання, що вимагає глибокого розуміння потреб та вподобань обох сторін. Успішне поєднання зручності, функціональності та естетики стане ключем до успіху платформи у цьому сегменті ринку.

2.3.2 Інтеграція плагіну для магазинів брендів

Інтеграція плагіну для магазинів брендів є ключовим етапом в розробці системи управління брендами та колекціями. Цей плагін має спростувати процес взаємодії між брендами та їхніми покупцями, дозволяючи безперешкодно використовувати токени та підтверджувати унікальність придбаної продукції через технологію блокчейн.

Основна мета плагіну полягає в наданні можливості брендам легко інтегрувати функціонал блокчейн та токенизації в свої існуючі магазини. Це забезпечує їм можливість створювати унікальні колекції та реалізовувати їх через вже встановлені електронні платформи без значних зусиль.

Після інтеграції плагіну, бренди отримують доступ до інструментів, які дозволяють зручно керувати своїми токенами та взаємодіяти зі своєю аудиторією. Вони можуть створювати та редагувати свої унікальні токени, встановлювати умови їхнього використання та визначати правила взаємодії з покупцями.

Суттєвим елементом плагіну є можливість автоматичної верифікації токенів при покупці товарів. Це забезпечує надійний механізм підтвердження правильності та легітимності токенів, що знаходяться в обігу. Покупці отримують можливість впевнено користуватися своїми токенами для придбання унікальних товарів.

У зв'язку з безпекою та захистом конфіденційності, плагін використовує автентифікацію та шифрування для забезпечення безпеки та відсутності ризиків під час транзакцій. Використання технологій блокчейн гарантує надійність та невідворотність транзакцій, що важливо в контексті високих стандартів безпеки у сфері електронної комерції.

Крім того, плагін враховує можливість розширення та додавання нових функцій у майбутньому. Його архітектура розроблена так, щоб легко інтегрувати додаткові фічі та модулі, які можуть стати актуальними у подальшому розвитку проекту це досягнуто за допомогою того, що виконуваний код знаходиться

віддалено на сервері і написаний повністю на чистому JavaScript. Реалізація методів дозволяє гнучко розширювати функціонал та не змінювати існуючий. Увесь JavaScript код складається з небагатьох функцій, які виконує плагін, що видно на рис. 2.6.

```

2 usages  sasha-creator-tech
> function connectWallet(_, silentConnection : boolean = false) : ... {...}
1 usage  sasha-creator-tech
> function verifyToken() : void {...}
5+ usages  sasha-creator-tech
> function popup(message) : void {...}
2 usages  sasha-creator-tech
> function formatDate(validatedTimestamp) : string {...}
2 usages  sasha-creator-tech
> function showSuccessMessage() : void {...}
1 usage  sasha-creator-tech
> function checkValidation() : void {...}
1 usage  sasha-creator-tech
> function isTokenExpired(timestamp) : boolean {...}

```

Рисунок 2.6. - перелік функцій коду плагіна

Для забезпечення безпеки та аутентифікації в плагіні для магазинів брендів була використана бібліотека ethers [27]. Ця бібліотека визнана своєю надійністю та потужністю у роботі з криптографією та блокчейном. Вона надає засоби для створення та верифікації цифрових підписів, що є важливою складовою в роботі з блокчейн-технологіями.

Використання бібліотеки ethers дозволяє забезпечити валідність та неперевіреність підписів під час взаємодії з токенами та транзакціями в системі. При використанні приватного ключа, який знаходиться у власності користувача, плагін може ефективно підписувати дані, підтверджуючи їх валідність та походження.

Один із ключових елементів цієї реалізації - перевірка справжності адреси користувача перед виконанням будь-яких важливих операцій. Використання бібліотеки ethers дозволяє впевнено переконатися, що адреса, яку надає

користувач, є справжньою та не підробленою. Це забезпечує додатковий рівень захисту від можливих атак та шахрайства.

Додатковою перевагою використання бібліотеки ethers є її ефективність та широкий функціонал, який дозволяє робити необхідні криптографічні операції без зайвого ускладнення коду. Вона підтримує стандарти блокчейн-підписів та забезпечує сучасні методи шифрування та підпису.

Загалом, інтеграція плагіну для магазинів брендів - це стратегічний крок у напрямку створення повноцінної екосистеми, яка поєднує технології блокчейн та електронної комерції для забезпечення ефективної та безпечної взаємодії між брендами та їхніми клієнтами.

2.3.3 Механізми синхронізації даних між платформою та магазинами брендів

Механізми синхронізації даних між платформою та магазинами брендів виявилися ключовим елементом для ефективної і надійної роботи системи. Одним з основних інструментів, що використовується для забезпечення цієї синхронізації, є плагін, розроблений з використанням localStorage та механізмів подій JavaScript.

LocalStorage виявився важливим елементом для збереження та управління даними користувачів. Цей механізм забезпечує можливість зберігання інформації навіть після закриття браузера чи перезавантаження сторінки. Таким чином, дані, пов'язані з користувачами та їхніми токенами, можуть бути легко відновлені та використані для подальших взаємодій з системою [28].

Для забезпечення актуальності цих даних та їх синхронізації з платформою, плагін використовує механізм подій JavaScript. Коли відбувається оновлення даних або відбувається нова транзакція, подія спрацьовує, і дані автоматично оновлюються в локальному сховищі. Це гарантує, що усі зміни, які відбуваються на платформі, негайно відображаються в магазинах брендів.

Окрім того, важливо відзначити, що плагін розроблений з урахуванням можливості використання декількох інстансів одного плагіна на одній сторінці. Це дозволяє оптимізувати роботу, забезпечуючи ефективну синхронізацію даних для кожного магазину бренду, який використовує цей плагін. Механізми подій та локального сховища дозволяють кожному екземпляру плагіна працювати ізольовано та ефективно, не конфліктуючи між собою.

2.4 Реалізація системи аутентифікації користувачів та брендів

Система аутентифікації користувачів та брендів в даному проекті грає ключову роль у забезпеченні безпеки та управлінні доступом до різноманітних функцій платформи. Розглянемо процес реалізації цієї системи та технології, які використовуються для забезпечення автентифікації.

На основі розробленого додатку з використанням блокчейну та технології екосистеми Ethereum, вирішено використовувати підхід, який комбінує в собі використання JSON Web Token (JWT) та підписів повідомлень за допомогою гаманця. Це дозволяє ефективно та безпечно реалізувати процес аутентифікації.

JWT є компактним та самостійним способом представлення інформації про користувача чи бренду у вигляді токена. Підписи JWT генеруються на сервері і підписуються приватним ключем, що є унікальним для кожного користувача чи бренду. Цей токен містить основну інформацію про сутність, ролі, термін дії, та інші параметри, які визначають доступні права [29].

При використанні гаманця для підпису повідомлень, користувач чи бренд отримує унікальний метод автентифікації. Кожен гаманець має свій власний приватний ключ, який використовується для підпису повідомлень та підтвердження їхньої автентичності. Публічний ключ, який відповідає приватному, може бути збережений на сервері для верифікації підписів.

Під час реєстрації на платформі, кожен користувач чи бренд генерує свій гаманець, отримує приватний та публічний ключі. Публічний ключ реєструється

на сервері, а приватний ключ залишається в гаманці, що забезпечує безпеку та конфіденційність.

Вхід на платформу відбувається за допомогою вказання гаманця та підпису повідомлення, яке сервер перевіряє за допомогою зазначеного публічного ключа. Успішна перевірка підпису дозволяє користувачеві чи бренду отримати JWT, який використовується для подальших запитів та отримання доступу до функціональності платформи. Алгоритм логіки авторизації схожий на звичайну авторизацію завдяки JWT токена за однією відмінністю, що для алгоритму додатку, що підтримує підключення гаманця цей процес додатково захищено підписом приватного повідомлення для кожного користувача. Схему роботи авторизації зображено в графічній частині, додаток В.

У процесі реалізації системи аутентифікації було важливо забезпечити надійну перевірку підписаних повідомлень, яка відбувається на фронтенді та бекенді одночасно. Цей процес забезпечує високий рівень безпеки та впевненість в тому, що підписане повідомлення є автентичним та не було підроблено.

На фронтенді, коли користувач або бренд готується надіслати підписане повідомлення для аутентифікації, вони формують це повідомлення на основі важливих даних та параметрів, які потрібно включити у процес аутентифікації. Після створення повідомлення, воно підписується приватним ключем, який знаходиться у їхньому гаманці.

Отримане підписане повідомлення разом із адресою користувача чи бренду відправляється на бекенд для подальшої верифікації. У бекенді це підписане повідомлення розшифровується за допомогою публічного ключа, який раніше був збережений при реєстрації користувача чи бренду. Після розшифрування бекенд одержує оригінальне повідомлення та адресу, яку також отримав у вхідному запиті.

Далі відбувається порівняння отриманої адреси з тією, яка була включена у підписаному повідомленні. Це порівняння є ключовим етапом, оскільки воно гарантує, що підписане повідомлення було підготовлено саме тим користувачем чи брендом, який робить відправку. Якщо адреси співпадають, це означає, що

повідомлення не було підроблено, і бекенд може продовжити процес аутентифікації. У додатку Б на рисунку Б.6 наведено приклад цього процесу.

Такий підхід до аутентифікації забезпечує високий рівень безпеки, оскільки використовується шифрування та підписи, які важко піддаються підробці. Крім того, гаманці дозволяють зберігати ключі локально, зменшуючи ризик їх втрати чи злому.

2.5 Керування версіями та контейнеризація за допомогою Git та Docker

В процесі розробки додатку, однією з ключових складових виявилось ефективно керування версіями коду та контроль над середовищем розгортання. Для досягнення цих цілей, я обрав використання системи контролю версій Git та технології контейнеризації Docker.

Git став невід'ємною частиною розробчого процесу. Він надає ефективний і надійний спосіб відслідковування змін у коді, спільної роботи над проектом і виявлення проблем. Використання гілок в Git дозволяє паралельно розробляти різні функціональності, не впливаючи одна на одну, і легко об'єднувати їх при готовності.

Docker став невід'ємним інструментом для розгортання та управління додатком у різних середовищах. Використання контейнерів дозволяє уникнути проблем, пов'язаних з різницею середовищ і забезпечує консистентність у розгортанні. Кожен компонент додатку, разом з його залежностями, ізолюється в Docker контейнері, що робить управління і підтримку додатку більш простими.

Особливу увагу було приділено використанню Docker Compose, щоб уніфікувати та спростити розгортання та конфігурацію сервісів. Це дозволяє локально запускати весь додаток з однієї команди, забезпечуючи швидкий та зручний спосіб перевірки працездатності змін. Для цього проекту був розроблений docker-compose файл який складається з наступних 4 модулів, що видно на рис. 2.9.

Такий підхід забезпечує нас інструментами для ефективного розроблення, тестування та розгортання додатку, зменшуючи ризики та полегшуючи співпрацю команди розробників. Приклад успішного запуску контейнера з кодом застосунку зображено у додатку Б на рисунку Б.4.

```
1   version: '3.8'
2
3   >> services:
4       # Postgres Database
5   >   postgres: <4 keys>
15
16      # Backend (Node.js + TypeScript)
17 >   backend: <7 keys>
32
33      # Frontend (Vue.js)
34 >   frontend: <4 keys>
41
42      # Test Brand Application
43 >   another_vue_app: <4 keys>
```

Рисунок 2.9 - Структура модулів файлу docker-compose

2.6 Висновки до розділу

У цьому розділі детально розглянуто процес розробки веб-застосунку з використанням блокчейн технологій, JavaScript, Solidity, smart-контрактів та баз даних. Розділ включає в себе декілька ключових аспектів, що становлять основу для успішної реалізації проекту.

Архітектура системи надає уявлення про структуру розробленого веб-застосунку, визначаючи основні компоненти, їх взаємодію та способи інтеграції. Цей підрозділ визначає фундаментальні принципи, що лежать в основі системи.

Бекенд Розробка висвітлює процес створення серверної частини програмного забезпечення, яка відповідає за обробку даних, логіку бізнес-процесів та взаємодію з базою даних.

Фронтенд Розробка описує розробку клієнтської частини веб-застосунку, яка відповідає за візуальне представлення та інтерактивність системи.

Автентифікація та Безпека розглядає важливі аспекти забезпечення безпеки системи, включаючи процеси автентифікації користувачів, захист даних та заходи забезпечення безпеки.

Керування версіями та Контейнеризація за допомогою Git та Docker надає уявлення про методи управління версіями програмного забезпечення та його контейнеризацію для ефективного розгортання та керування.

3 АНАЛІЗ ТА ІНТЕГРАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Технічний аналіз програмного продукту

Технічний аналіз програмного продукту, який вирішує актуальне завдання по створенню платформи для продажу та використання унікальних ecr1155 токенів, виявляє ряд ключових аспектів, що сприяють якісному та безпечному функціонуванню системи.

На початку розгляду важливо звернутися до сутності самого продукту. Додаток надає можливість брендам та компаніям створювати та продавати унікальні колекції товарів, що можуть бути придбані виключно за допомогою блокчейн-технології. Підходить темі високотехнологічних рішень для вирішення проблем в сучасному бізнес-середовищі.

Важливим аспектом є використання технології блокчейну, яка впроваджена в основі системи. Це дозволяє забезпечити високий рівень безпеки, недоступність для маніпуляцій та забезпечити відстеження кожної транзакції. Блокчейн виступає основою для створення ecr1155 токенів, що реалізовані за допомогою смарт-контрактів.

Процес створення колекцій починається з заповнення заявки брендом, яка потім погоджується та додається до платформи. Додавання брендів на платформу передбачає створення нових колекцій, відображення унікальних продуктів та надання доступу до плагіну для власного магазину бренда. Важливо відзначити, що взаємодія з платформою відбувається за допомогою автоматизованого скрипта для ефективного та швидкого процесу.

Основною перевагою використання технології є можливість користувачів завіряти та використовувати свої токени, доказуючи володіння унікальним продуктом. Система інтегрується з магазинами брендів за допомогою плагінів, які використовують localStorage та події JavaScript. Це робить можливим зручне та швидке використання токенів для заверення покупок.

Технічний аналіз дозволяє визначити ефективність та надійність продукту, звертаючи увагу на його головні компоненти. Застосування блокчейну, автоматизованих сканерів та плагінів для магазинів формують надійну та інноваційну платформу для брендів та користувачів, відкриваючи нові можливості для електронної комерції.

3.2 Функціональність та можливості розробленого програмного забезпечення

Розроблене програмне забезпечення є унікальним рішенням яке тому що відзначається своєю високою готовністю до комплексної інтеграції. Ця функціональність відкриває широкі можливості для брендів та компаній, що бажають легко та ефективно взаємодіяти з платформою.

Однією з ключових особливостей є автоматизований процес інтеграції брендів на платформу. Завдяки докладній розробці та використанню стандартизованих протоколів, унікальні колекції можуть бути легко додані до системи без необхідності великих зусиль чи модифікацій з боку брендів. Це робить платформу зручною та доступною для різних бізнесів, незалежно від їхнього рівня технічної підготовки.

Зручний плагін для інтеграції з магазинами брендів робить можливим легке використання платформи як для брендів, так і для користувачів. Автоматизовані сканери та плагіни спрощують взаємодію і забезпечують актуальність інформації, зберігаючи високий рівень надійності системи.

Узагальнюючи, функціональність продукту визначається його універсальністю та здатністю безпроблемно інтегруватися в різноманітні бізнес-екосистеми. Це робить його потужним інструментом для брендів та користувачів, привертаючи до себе увагу своєю високою ефективністю та легкістю використання.

На даному етапі маніпуляція зі смарт-контрактом може відбуватись через зручний та швидкий інструмент RemixIDE для написання Solidity коду та

розгортання контрактів. Приклад інтерфейсу методів смарт контракту наведено в додатку Б, рисунок Б.5.

3.3 Переваги та недоліки в застосуванні програмного продукту

Програмний продукт, розроблений для створення та управління унікальними екосистемами токенів на основі блокчейну, володіє значними перевагами та деякими викликами, які важливо врахувати при його застосуванні.

Розглянемо переваги продукту.

Безпека та достовірність. Програмний продукт використовує блокчейн для забезпечення найвищого рівня безпеки та невідмінності транзакцій. Кожна угода та підтвердження внеску користувача фіксуються у розподіленій системі, що робить неможливими маніпуляції чи фальсифікації. Безпека та невідмінність транзакцій, що забезпечуються за допомогою технології блокчейн, ґрунтуються на принципах криптографії та децентралізації. Кожен блок даних в системі має свій унікальний хеш, який залежить від вмісту попереднього блоку, створюючи ланцюг, який неможливо змінити без виявлення всіх попередніх змін.

Кожен етап угоди, кожен перехід токенів, та кожна зміна статусу користувача ретельно фіксуються у цьому розподіленому журналі, забезпечуючи відсутність можливості маніпуляцій. Це стає не просто гарантією юридичної чистоти операцій, але і гарантією довіри між всіма сторонами.

Система блокчейн, використана у програмному продукті, несе на собі завдання недопущення будь-якої форми фальсифікації чи зміни даних. Вона стає цифровим нотаріусом, що свідчить про істинність та автентичність кожного кроку, зробленого в системі.

Гнучкість та інтеграція. Програмний продукт розроблено з урахуванням гнучкості та можливості легкої інтеграції з іншими системами та блокчейн-мережами. Це дозволяє розширювати функціонал та взаємодію з різними платформами. У сучасному інформаційному ландшафті, де багато систем працюють паралельно, важливо, щоб програмне забезпечення було адаптоване

до цієї реальності. Програмний продукт не обмежений лише взаємодією з блокчейнами, що використовують ту ж технологічну основу. Він прагне бути відкритим для співпраці та взаємодії з різними технічними стеками та платформами.

Забезпечивши гнучкість у виборі технічних рішень та стандартів, програмний продукт відкриває широкий спектр можливостей для користувачів та партнерів. Це означає, що компанії та організації можуть легко і безперешкодно інтегрувати його вже існуючі системи, розширюючи свій функціонал та полегшуючи перехід до нових технологій.

Гнучкість не обмежується лише технічними аспектами, але також впливає на можливості розширення функціоналу продукту. Користувачі та розробники мають можливість не лише використовувати вбудовані можливості, але й створювати свої рішення та додаткові елементи, що легко і безперешкодно інтегруються в основний фреймворк.

Ефективне управління колекціями. Для брендів та компаній створено ефективний механізм управління унікальними колекціями, що дозволяє їм контролювати доступ до своїх товарів та створювати обмежені серії для певного кола клієнтів. Це особливо актуально для брендів, які прагнуть контролювати доступ до своїх унікальних продуктів та створювати обмежені серії товарів для конкретного кола клієнтів. Програмний продукт, завдяки своїй блокчейн-основі, робить цей процес не лише ефективним, але й надійним та безпечним (рис. 3.1).

Основною перевагою є можливість брендів деталізовано контролювати доступ до своїх товарів. За допомогою унікальних токенів, які представляють конкретні товари чи серії товарів, бренд може точно визначити, хто та коли може мати доступ до їхніх продуктів. Це стає інструментом стратегічного управління елітними колекціями, де дотримання ексклюзивності та обмеженості грає ключову роль.

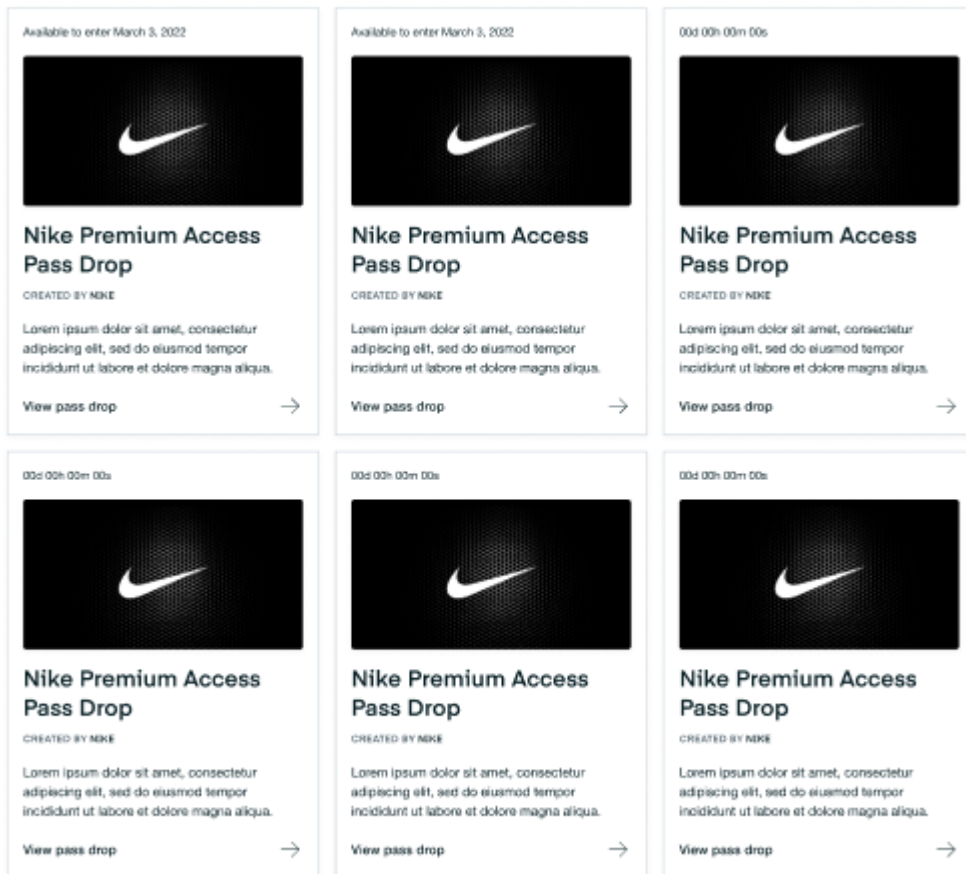


Рисунок 3.1 – Вигляд колекцій на сайті застосунку

Забезпечення обмеженого доступу до певних колекцій для конкретного кола клієнтів є важливою стратегічною перевагою. Це дозволяє брендам створювати унікальні пропозиції для своєї цільової аудиторії, роблячи продукцію більш привабливою та зберігаючи ексклюзивний характер обмежених серій.

Висока ступінь децентралізації. Використання блокчейн-технологій сприяє високій ступені децентралізації, що робить систему стійкою до впливу ззовні та забезпечує автономність користувачів. Забезпечення стійкості до зовнішнього впливу стає основною причиною у питанні безпеки користувачів. Блокчейн, завдяки своїй природі, робить неможливими маніпуляції та втручання ззовні, що є надійним механізмом захисту для всіх учасників системи.

Окрім переваг, існують також і недоліки. Розглянемо деякі з них. Високі витрати на комісію. У разі використання блокчейну, такого як Binance Smart

Chain, може виникнути проблема високих витрат на газ при проведенні транзакцій. Це може впливати на ефективність та доступність для користувачів з обмеженим бюджетом. Витрати на газ, або комісії за проведення транзакцій в блокчейні, можуть варіюватися в залежності від навантаження мережі та попиту на транзакції. У періоди пікового навантаження це може призвести до збільшення вартості транзакцій (рис. 3.2).

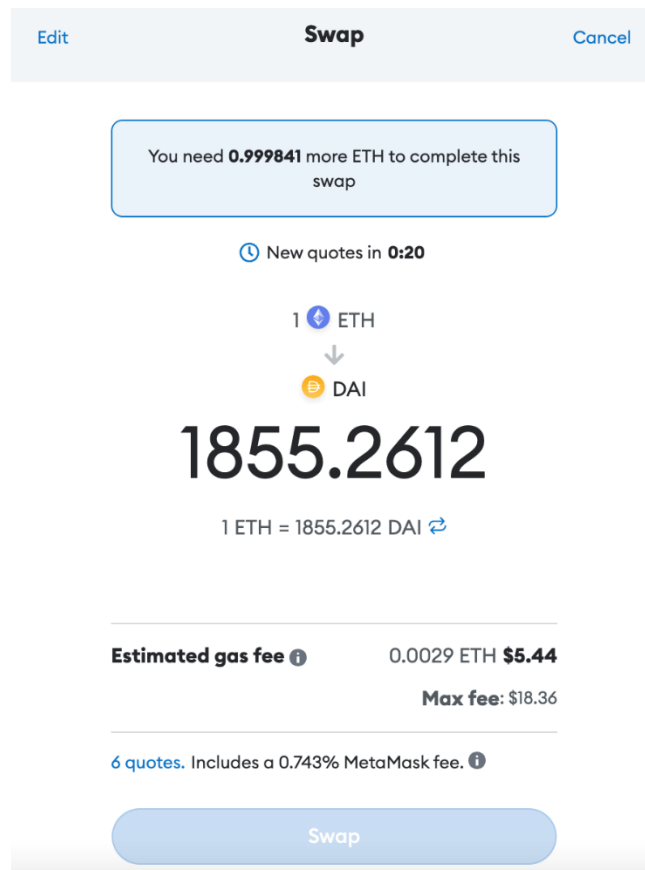


Рисунок 3.2 – Приклад транзакції в мережі Binance Smart Chain

Важливо розглядати цей аспект як виклик, який вимагає пошуку ефективних рішень. Можливо, варто розглянути оптимізації чи розвиток альтернативних стратегій для зменшення впливу витрат на газ на ефективність вашого продукту. Це може включати в себе пошук більш економічних та швидких методів обробки транзакцій або використання інших блокчейн-мереж з меншим рівнем комісій.

Залежність від технічної інфраструктури: Для повноцінної роботи продукту важлива стабільність та надійність технічної інфраструктури блокчейн-мережі. Зміни у технічних характеристиках або відмова відповідних служб може вплинути на продуктивність. Особливу увагу слід звернути на забезпечення надійності інфраструктури, оскільки будь-які технічні неполадки можуть вплинути на швидкість обробки транзакцій, завантаження мережі та загальну ефективність продукту. Пошкодження інфраструктури може викликати втрату довіри користувачів та втрату конкурентоспроможності на ринку.

Необхідність освіти користувачів. Багато користувачів можуть потребувати часу та освіти для розуміння блокчейн-технологій та правильного використання продукту. Це може бути перешкодою для масового впровадження. Сучасний користувач може бути неознайомлений із технічними деталями блокчейн-технологій, тому для нього може знадобитися час на освоєння принципів роботи системи. Це вимагає проведення навчань, створення освітніх матеріалів та підтримки з боку команди розробників.

Також, існує ризик того, що користувачі можуть виявити труднощі у розумінні та використанні функціоналу, пов'язаного з блокчейном. Це може створити перешкоди для популярності продукту серед тих, хто не готовий чи не має можливостей для вивчення нових технологій.

Ризик втрати ключів. Використання криптографічних ключів для управління та доступу до токенів може створювати ризик втрати ключів користувачами, що призводить до невідворотньої втрати доступу до їхнього власності. Використання криптографічних ключів є ключовим елементом забезпечення безпеки в області блокчейн-технологій. Кожен користувач отримує унікальний ключ, який дозволяє йому здійснювати транзакції та керувати своїми активами. Проте, це також створює ризик втрати ключів, що може мати серйозні наслідки.

Втрата криптографічних ключів може призвести до невідворотньої втрати доступу до власності та активів користувача. Забезпечення безпеки ключів та

їхнє надійне зберігання є надто важливим завданням для забезпечення довіри користувачів до системи.

Для подолання цього недоліку, команда розробників може розглядати впровадження додаткових заходів безпеки, таких як двофакторна аутентифікація, шифрування ключів та використання безпечних методів зберігання.

3.4 Інтеграція з іншими системами та мережами

3.4.1 Інтеграція з EVM

Інтеграція з іншими системами та мережами у даному проєкті представляє собою ключовий елемент, спрямований на розширення можливостей та оптимізацію взаємодії. Наразі проєкт розроблений на блокчейні Binance Smart Chain (BSC), однак його архітектура готова до розгортання на інших блокчейн-мережах [30].

Багатомережевий підхід відкриває широкі перспективи для розширення функціональності та глобального впровадження платформи. Реалізація архітектурної гнучкості дозволяє вашому проєкту легко адаптуватися до різних блокчейн-мереж, що створює універсальний фреймворк для взаємодії з різноманітними системами.

Додавання підтримки для інших блокчейн-мереж, окрім Binance Smart Chain, відкриває можливості для розширення бази користувачів та залучення нових брендів. Завдяки гнучкій архітектурі, користувачі та бренди можуть вибирати блокчейн за своїми уподобаннями та потребами.

Унікальність даного підходу полягає в тому, що платформа не обмежується лише однією мережею, що розширює її потенційний вплив та конкурентоспроможність на ринку. Це створює можливість для інтеграції з різноманітними екосистемами та системами, забезпечуючи відкриті можливості для співпраці та розвитку.

Подальший розвиток проекту може включати інтеграцію зі світовими фінансовими інструментами, що дозволить здійснювати трансграничні операції та розширить коло користувачів та брендів, які бажають взаємодіяти з платформою.

3.4.2 Інтеграція з non-EVM

Інтеграція з невіртуальними машинами (non-EVM) сумісними блокчейн-мережами представляє собою значущий крок у напрямку розширення екосистеми проекту. Зараз проект орієнтований на блокчейн Binance Smart Chain (BSC), проте з можливістю легкої адаптації до інших мереж за допомогою мінімальних змін.

Завдяки гнучкій архітектурі платформи, для інтеграції з non-EVM сумісними мережами досить внести обмежені зміни до кодової бази. Така легкість розширення платформи дозволяє здійснювати інтеграцію з різноманітними блокчейн-мережами, що розширює коло можливостей для користувачів та брендів.

Можливості інтеграції з non-EVM мережами включають у себе розширення підтримки та взаємодії з різноманітними токенами, що існують у цих мережах. Враховуючи особливості конкретної мережі, можливо внести адаптації для ефективного взаємодії з їхніми стандартами та протоколами.

Також, це створить можливість для привертання нових партнерів і брендів, які функціонують на різних блокчейн-мережах, забезпечуючи додатковий ступінь гнучкості та глобальної взаємодії. Інтеграція з різними мережами дозволить проекту розширити географію впливу та диверсифікувати свою присутність на ринку.

Цей підхід сприяє створенню універсального рішення для користувачів і брендів незалежно від їхнього вибору блокчейн-мережі. Адаптованість до різних стандартів дозволить зберігати високий ступінь узгодженості та ефективності в умовах швидко змінюючогося блокчейн-середовища.

Висока ступінь адаптабельності інфраструктури проекту надає можливість швидко реагувати на зміни в криптоспільноті та відповідати новим викликам галузі блокчейн. Інтеграція з іншими системами та мережами є ключовим стратегічним елементом, що визначає довгостроковий успіх вашого проекту.

3.5 Перспективи розвитку та вдосконалення програмного забезпечення

3.5.1 Панель адміністратора

Додатковою перспективою розвитку є імплементація функціональної адміністративної панелі, яка може відкрити широкі можливості для ефективного управління та моніторингу платформи. Функціональна адмін панель стане центральним інструментом для адміністраторів платформи, брендів та інших учасників, які мають певні привілеї та обов'язки.

Однією з ключових функцій адмін панелі може бути управління брендами та їхніми колекціями. Адміністратори зможуть легко додавати нові бренди, погоджувати та обслуговувати заявки на створення колекцій від компаній. Панель також може включати інструменти для модерації контенту, встановлення та зміни прав доступу, а також генерацію звітів та аналітики.

Додатково, функціональна адмін панель може включати інструменти для відстеження та аналізу транзакцій, валідації власності та використання токенів. Це допоможе адміністраторам ефективно взаємодіяти з даними платформи, виявляти можливі проблеми та приймати рішення на основі статистики.

Окрім цього, адмін панель може включати інструменти для конфігурації та управління параметрами системи, забезпечуючи гнучкість та адаптивність до змін в бізнес-процесах або вимогах користувачів. Аналіз попиту та зворотного зв'язку користувачів може служити важливим фактором для визначення напрямку подальшого розвитку функціоналу адмін панелі.

Така адміністративна панель створить умови для високоефективного управління, оптимізації робочих процесів та надання високоякісного сервісу для всіх учасників платформи.

3.5.2 Інтеграція erc721

Перспективи розвитку та вдосконалення програмного забезпечення вкрай обіцяючі та наповнені можливостями для додаткового розширення функціоналу. Однією з ключових перспектив є можливість інтеграції з іншим стандартом токенів на базі блокчейну, а саме erc721. Це відкриває широкі горизонти для розвитку проекту, роблячи його ще більш універсальним та адаптованим до різноманітних потреб брендів і користувачів.

Застосування стандарту erc721 дозволяє впроваджувати унікальні та неподільні токени, що відкриває шлях до створення унікальних та ексклюзивних цифрових активів. Це може бути особливо корисним для брендів, які хочуть створити обмежені видання або унікальні колекції, які надають власникам особливі переваги та можливості [31].

Додатковим напрямком розвитку може стати вдосконалення процесів інтеграції, розширення можливостей аналізу даних та вдосконалення інтерфейсу для брендів та користувачів. Розглядається можливість реалізації нових функцій, що підвищать зручність та ефективність використання платформи, роблячи її ще більш привабливою для бізнесу та кінцевих користувачів.

3.5.3 Мобільний гаманець

Іншим перспективним напрямком розвитку є можливість створення мобільного гаманця, який базується на технології NFC (Near Field Communication). Ця ініціатива має на меті розширити можливості використання токенів у фізичних магазинах та покращити взаємодію користувачів із цифровими активами.

Мобільний гаманець, обладнаний технологією NFC, може стати важливим інструментом для валідації та використання токенів під час фізичних покупок. Користувачі, які мають активи на своєму балансі, можуть використовувати їх, просто наближаючи свій мобільний телефон до товару в магазині, обладнаному технологією NFC. Це робить процес валідації та використання токенів ще зручнішим і швидшим для користувачів.

Такий мобільний гаманець може стати потужним інструментом для залучення клієнтів, особливо в контексті фізичної торгівлі, де взаємодія з децентралізованими цифровими активами стає надзвичайно привабливою. Реалізація такого рішення дозволить додатково розширити практичне використання платформи та надати користувачам ще більше можливостей для взаємодії з унікальними токенами в реальному світі.

Потенціал для розширення функціоналу і вдосконалення програмного забезпечення є великим, забезпечуючи довгострокову життєздатність та актуальність продукту на швидкозмінному ринку блокчейн-технологій. Розглядання та впровадження інноваційних ідей та технологій може зробити проект ще більш конкурентоспроможним та забезпечити йому міцний позитивний вплив на галузь електронної комерції та децентралізованих фінансів. Для візуального сприйняття було розроблено таблицю Roadmap з головними фічами на майбутній розвиток проекту.

3.6 Висновки до розділу

Розроблений проект, спрямований на використання блокчейн-технологій для створення унікальних колекцій та ефективного управління ними. Проте, для максимізації його потенціалу та забезпечення успішності на ринку, слід ретельно розглянути кілька ключових аспектів.

Використання блокчейн-технологій у програмному продукті дійсно сприяє забезпеченню найвищого рівня безпеки та невідмінності транзакцій. Кожна угода, кожен підтверджений внесок користувача, фіксується у розподіленій

системі, що гарантує неможливість маніпуляцій чи фальсифікацій. Це забезпечує довіру користувачів і партнерів та визначає конкурентну перевагу продукту на ринку електронної комерції.

Однак важливо звернутися до аспектів розширення функціоналу та інтеграції з іншими системами і мережами. Програмний продукт, який може легко адаптуватися до різноманітних технічних умов і взаємодіяти з різними блокчейн-мережами, матиме велику конкурентну перевагу. Рекомендується активно працювати над розширенням інтеграцій, що дозволить взаємодіяти з більш широким спектром партнерів і забезпечить стабільність в умовах змін на ринку криптовалют.

Окремою рекомендацією є розвиток та вдосконалення адміністративної панелі. Ефективна адміністрація та моніторинг усіх транзакцій і угод є ключовим елементом успіху. Додаткові функціональні можливості для управління брендами, аналітики та забезпечення відмінності управлінських рішень можуть значно полегшити роботу адміністраторів та підвищити ефективність системи в цілому.

Планується також розробка мобільного додатку для забезпечення зручного та мобільного доступу користувачів до їхніх унікальних колекцій та транзакцій. Мобільний гаманець із підтримкою NFC може розширити можливості використання токенів, зробивши процес ще більш зручним і доступним для широкого кола користувачів.

Зміни у технічних характеристиках або відмова відповідних служб можуть вплинути на продуктивність, тому важливо підтримувати та оновлювати систему відповідно до змін у технологічному середовищі.

Вдосконалення програмного продукту є постійним та ітераційним процесом. Ретельний моніторинг ринкових тенденцій, взаємодія з користувачами та партнерами, а також внутрішні дослідження є основою для успішного вдосконалення та використання продукту у майбутньому.

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Технологічний аудит розробленого мобільного додатка з відкритим кодом для надання послуг з використанням блокчейн-технологій

Як було відзначено раніше, популярність блокчейн-технології визначається посиленням рівнем безпеки інформації, децентралізованістю, неможливістю зміни або видалення даних, швидкістю виконання транзакцій між користувачами блокчейну та ін.

Тому перед виконаною магістерською кваліфікаційною роботою було поставлено мету: використовуючи сучасні блокчейн-технології суттєво покращити процес надання послуг з продажу і покупок та підвищити рівень їх надійності.

Для цього було: детально вивчено мережі блокчейн та їх можливе використання; досліджено ринок на предмет виявлення різних способів надання послуг або товарів, де можна застосувати блокчейн-технології; спроектовано програмну частину додатку; розроблено модулі додатків та змодельовано базу даних; проведено тестування та розроблено тестову документацію для покриття всіх модулів додатку.

В результаті було розроблено додаток з відкритим кодом та якісно документованим програмним інтерфейсом (як окремим сервісом), що може бути використаний при створенні або інтеграції блокчейн-технології в уже існуючі онлайн платформи для підвищення надійності надання послуг продажу та покупок.

Для встановлення комерційного потенціалу розробленого мобільного додатка та програмного інтерфейсу було запрошено 3-х відомих експертів – кандидатів технічних наук, доцентів Кабачія В.В., Гармаша В.В. та Барабан М.В.

Встановлення комерційного потенціалу розробленого мобільного додатка та програмного інтерфейсу було здійснено за критеріями, наведеними в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання технічного рівня та комерційного потенціалу будь-якої розробки і їх бальна оцінка

| Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою) | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Технічна здійсненність концепції: | | | | | |
| 1 | Достовірність концепції не підтверджена | Концепція підтверджена експертними висновками | Концепція підтверджена розрахунками | Концепція перевірена на практиці | Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах |
| Ринкові переваги (недоліки): | | | | | |
| 2 | Багато аналогів на малому ринку | Мало аналогів на малому ринку | Кілька аналогів на великому ринку | Один аналог на великому ринку | Продукт не має аналогів на великому ринку |
| 3 | Ціна продукту значно вища за ціни аналогів | Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів | Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів | Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів | Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів |
| 4 | Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів |

Продовження таблиці 4.1

| Ринкові перспективи | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|--|
| 5 | Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів | Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів |
| 6 | Ринок малий і не має позитивної динаміки | Ринок малий, але має позитивну динаміку | Середній ринок з позитивною динамікою | Великий стабільний ринок | Великий ринок з позитивною динамікою |
| 7 | Активна конкуренція великих компаній на ринку | Активна конкуренція | Помірна конкуренція | Незначна конкуренція | Конкуренція немає |
| Практична здійсненність | | | | | |
| 8 | Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї | Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців | Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату | Необхідне незначне навчання фахівців | Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї |
| 9 | Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні | Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Не потребує додаткового фінансування |

Продовження таблиці 4.1

| | | | | | |
|----|---|--|---|---|---|
| 9 | Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні | Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Не потребує додаткового фінансування |
| 10 | Необхідна розробка нових матеріалів | Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі | Потрібні дорогі матеріали | Потрібні досяжні та дешеві матеріали | Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві |
| 11 | Термін реалізації ідеї більший за 10 років | Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років | Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років |
| 12 | Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту | Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу | Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу | Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту | Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту |

Запрошені експерти оцінили розроблений мобільний додаток та програмний інтерфейс таким чином (див. таблицю 4.2).

Таблиця 4.2 – Результати технологічного аудиту розробленого мобільного додатка (за шкалою оцінювання 0-1-2-3-4)

| Критерії | Прізвище, ініціали експертів | | |
|---|--|----------------------|----------------------|
| | Кабачій В.В. | Гармаш В.В. | Барабан М.В. |
| | Бали, що їх виставили експерти: | | |
| 1 | 4 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 4 |
| 5 | 4 | 3 | 3 |
| 6 | 3 | 4 | 4 |
| 7 | 3 | 3 | 3 |
| 8 | 4 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 3 | 3 |
| 10 | 3 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 4 | 4 |
| 12 | 3 | 3 | 4 |
| Сума балів | СБ ₁ = 42 | СБ ₂ = 38 | СБ ₃ = 43 |
| Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$ | $\overline{СБ} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 СБ_i = \frac{42 + 38 + 43}{3} = \frac{123}{3} = 41,00$ | | |

Встановлення комерційного потенціалу розробленого мобільного додатка та програмного інтерфейсу будемо здійснювати на основі рекомендацій, наведених в таблиці 4.3 [32].

Таблиця 4.3 – Рівні комерційного потенціалу будь-якої наукової розробки

| Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$, розрахована на основі висновків експертів | Рівень комерційного потенціалу розробки |
|---|---|
| 0 – 10 | Низький |
| 11 – 20 | Нижче середнього |
| 21 – 30 | Середній |
| 31 – 40 | Вище середнього |
| 41 – 48 | Високий |

Оскільки середньоарифметична сума балів, що їх виставили експерти, складає 41,0 балів, то це свідчить, що розроблений мобільний додаток та програмний інтерфейс має рівень комерційного потенціалу, який вважається «високим».

Це пояснюється тим, що використання технології блокчейн в системах реалізації механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг здійснюється за новим алгоритмом, в якому відбувається розподіл зберігання та шифрування даних, що допоможе уникнути ризиків шахрайства та потребуватиме набагато менше сторонніх сервісів для роботи.

4.2 Розрахунок витрат на розроблення мобільного додатка та програмного інтерфейсу

При виконанні роботи були зроблені певні витрати.

Зокрема:

А) Основна заробітна плата Z_o розробників, яка визначається за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \quad (\text{грн.}), \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад розробника, грн; прийmemo, що

$M = (6700 \dots 23000)$ грн/місяць;

T_p – число робочих днів в місяці; прийmemo $T_p = 20$ день;

t – число днів роботи розробників.

Зроблені розрахунки зведемо до таблиці 4.4:

Таблиця 4.4 – Основна заробітна плата розробників

| Найменування посади виконавця | Місячний посадовий оклад, грн | Оплата за робочий день, грн | Число днів роботи | Витрати на оплату праці, грн |
|---|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|---|
| 1. Науковий керівник магістерської роботи | 20000 | 1000 | 20 годин | ≈ 3333 |
| 2. Магістрант-студент-виконавець | 2000 (беремо 6700) | 335 | 80 | ≈ 26800 |
| 3. Консультант з економічної частини | 18000 | 900 | 1,5 години | ≈ 225 (при 6-годинному робочому дні) |
| Загалом | | | | $3_0 = 30\ 358$ грн |

Б) Додаткова заробітна плата 3_d розробників розраховується як (10...12)% від величини їх основної заробітної плати, тобто:

$$3_d = \alpha \cdot 3_0 = (0,1...0,12) \cdot 3_0 \quad (4.2)$$

Приймемо, що $\alpha = 0,11$. Тоді для випадку отримаємо:

$$3_d = 0,11 \times 30358 = 3339,38 \approx 3340 \text{ (грн.)}$$

В) Нарахування на заробітну плату НЗП_{зн} розробників (дослідників) розраховуються за формулою:

$$\text{НЗП}_{\text{зн}} = (3_0 + 3_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.2)$$

де β – ставка обов'язкового єдиного внеску на державне соціальне страхування, %. $\beta = 22\%$. Тоді:

$$\text{НЗН}_{\text{зн}} = (30358 + 3340) \times 0,22 = 7413,56 \approx 7414 \text{ (грн.)}$$

Г) Амортизація основних засобів A , які використовувались під час виконання цієї роботи:

$$A = \frac{\text{Ц} \cdot \text{Н}_a}{100} \cdot \frac{\text{Т}}{12} \text{ (грн.)}, \quad (4.4)$$

де Ц – загальна балансова вартість основних засобів, грн;

Н_a – річна норма амортизаційних відрахувань. Для випадку можна прийняти, що $\text{Н}_a = (2,5...25)\%$;

Т – термін використання основних засобів, місяці.

Зроблені розрахунки зведено в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

| Найменування обладнання, приміщень тощо | Балансова вартість, грн. | Норма амортизації, % | Термін використання, міс. | Величина амортизаційних відрахувань, грн |
|---|--------------------------|----------------------|----------------------------|--|
| 1. Комп'ютерна техніка, обладнання тощо | 48000 | 25 | 3,1 (при 85% використанні) | 2635 |
| 2. Приміщення університету, кафедри | 22000 | 3,5 | 3,1 при 90% використанні | ≈ 179 |
| Всього | | | | $A = 2814$ грн |

Д) Витрати на матеріали M розраховуються за формулою:

$$M = \sum_1^n \text{Н}_i \cdot \text{Ц}_i \cdot \text{К}_i - \sum_1^n \text{В}_i \cdot \text{Ц}_в \quad (4.5)$$

(грн.),

де Н_i – витрати матеріалу i -го найменування, кг; Ц_i – вартість матеріалу i -го найменування; К_i – коефіцієнт транспортних витрат, $\text{К}_i = (1,1...1,15)$; В_i – маса відходів матеріалу i -го найменування; $\text{Ц}_в$ – ціна відходів матеріалу i -го найменування; n – кількість видів матеріалів.

Е) Витрати на комплектуючі K розраховуються за формулою:

$$K = \sum_1^n N_i \cdot C_i \cdot K_i \quad (\text{грн.}), \quad (4.6)$$

де N_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.; C_i – ціна комплектуючих i -го виду; K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1,1 \dots 1,15)$; n – кількість видів комплектуючих.

Під час виконання роботи загальні витрати на матеріали та комплектуючі склали приблизно 1000 грн.

Ж) Витрати на силову електроенергію V_e розраховуються за формулою:

$$V_e = \frac{V \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}}{K_d} \quad (4.7)$$

де V – вартість 1 кВт-год. електроенергії, в 2023 р. $V \approx 4,5$ грн/кВт;

Π – установлена потужність обладнання, кВт; $\Pi = 1,0$ кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин.

Прийmemo, що $\Phi = 250$ годин;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності; $K_{\Pi} < 1 = 0,9$.

K_d – коефіцієнт корисної дії, $K_d = 0,8$.

Тоді витрати на силову електроенергію будуть дорівнювати:

$$V_e = \frac{V \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}}{K_d} = \frac{4,5 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 0,9}{0,8} = 1265,62 \approx 1266 \quad (\text{грн.})$$

И) Інші витрати $V_{\text{інш}}$ можна прийняти як (50...300)% від основної заробітної плати розробників, тобто:

$$V_{\text{інш}} = (0,5 \dots 3) \times Z_o, \quad (4.8)$$

Для випадку отримаємо:

$$V_{\text{інш}} = 1,2 \times 30358 = 36429,60 \approx 36430 \quad (\text{грн.})$$

К) Сума всіх попередніх статей витрат складає витрати на виконання роботи безпосередньо розробником-магістрантом – В.

$$B = 30358 + 3340 + 7414 + 2814 + 1000 + 1266 + 36430 = 82622 \text{ (грн.)}$$

Л) Загальні витрати на розроблення мобільного додатка та програмного інтерфейсу $B_{\text{заг}}$ становлять:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\beta}, \quad (4.9)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання цієї роботи.

Можна прийняти, що, $\beta \approx 0,90$, оскільки робота практично завершена.

Тоді:

$$B_{\text{заг}} = \frac{82622}{0,90} = 91802,22 \text{ (грн.) або приблизно 92 тисячі грн.}$$

Тобто прогнозовані загальні витрати на розробку мобільного додатка та програмного інтерфейсу становлять приблизно 92 тисячі грн.

4.3 Розрахунок економічного ефекту від можливої комерціалізації розробки

Економічний ефект від впровадження та можливої комерціалізації розробленого мобільного додатка та програмного інтерфейсу пояснюється його значно кращими функціональними можливостями. Тому розробку можна реалізувати на ринку дещо дорожче, ніж аналогічні за функціями розробки.

У 2022 році подібний за функціями мобільний додаток (але зі значно гіршими характеристиками) коштував приблизно 50 тисяч грн. Тоді такий «продвинутий» розроблений мобільний додаток та програмний інтерфейс можна буде реалізовувати на ринку в середньому приблизно за 70 тисяч грн або на 20 тисяч грн дорожче.

Аналіз ринку також показав, що потенційна кількість замовників такого мобільного додатка становить 6-8 осіб на рік. Для розрахунків приймемо 8 клієнтів. Разом з тим, проведений аналіз показав, що кількість таких клієнтів буде зростати, тобто можна очікувати зростання попиту на розробку принаймні протягом 3-х років після її впровадження.

Тобто, якщо розробка буде впроваджена з 1 січня 2024 року, то її результати будуть виявлятися протягом 2024-го, 2025-го та 2026-го років.

Прогноз зростання попиту на розробку складає по роках:

- а) 2024 р. – приблизно +5 шт. до базового року;
- б) 2025 р. – +15 шт. до базового року;
- в) 2026 р. – +10 шт. до базового року (оскільки можуть з'явитися ще кращі розробки, зроблені студентами-магістрантами ВНТУ).

Можливе збільшення чистого прибутку $\Delta\Pi_i$, що його може отримати потенційний інвестор від виведення розробки на ринок, становитиме:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_o \cdot N + \Pi_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{v}{100}\right) \quad (4.10)$$

де $\Delta\Pi_o$ – покращення основного якісного показника від впровадження результатів розробки у цьому році. Для випадку це є збільшення ціни реалізації розробки $\Delta\Pi_o = 70 - 50 = + 20$ тисяч грн;

N – основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності у році до впровадження результатів розробки; $N = 8$ шт.;

ΔN – покращення основного кількісного показника від впровадження результатів розробки.

Таке покращення становитиме по роках, відповідно: у 2024 році – + 5 шт., у 2025 році + 15 шт., та у 2026 році + 10 шт.;

C_0 – основний якісний показник (тобто ціна), який визначає обсяг діяльності у році після впровадження результатів розробки, грн; $C_0 = 70$ тисяч грн;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки; для випадку $n = 3$;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість; $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати $\rho = (0,2 \dots 0,5)$; візьмемо $\rho = 0,5$;

ν – ставка податку на прибуток. У 2023-25 роках $\nu = 18\%$.

Тоді можливе зростання чистого прибутку $\Delta\Pi_1$ для потенційного інвестора протягом першого року від можливого впровадження розробки (2024 р.) становитиме:

$$\Delta\Pi_1 = [20 \cdot 8 + 70 \cdot 5] \cdot 0,8333 \cdot 0,5 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) \approx 174 \quad (\text{тис. грн.})$$

Можливе зростання чистого прибутку $\Delta\Pi_2$ для потенційного інвестора від можливого впровадження розробки протягом другого (2025) року складе:

$$\Delta\Pi_2 = [20 \cdot 8 + 70 \cdot 15] \cdot 0,8333 \cdot 0,5 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) \approx 413 \quad (\text{тис. грн.})$$

Можливе зростання чистого прибутку $\Delta\Pi_3$ для потенційного інвестора від можливого впровадження розробки протягом третього (2026) року складе:

$$\Delta\Pi_3 = [20 \cdot 8 + 70 \cdot 10] \cdot 0,8333 \cdot 0,5 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) \approx 294 \quad (\text{тис. грн.})$$

Приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження розробки становитиме:

$$\text{ПП} = \sum_1^t \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t} \quad (4.11)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої роботи, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої роботи, роки. Для випадку $t = 3$ роки;

τ – ставка дисконтування. Прийmemo $\tau = 0,10$ (10%);

t – період часу від моменту початку розроблення мобільного додатка до моменту отримання можливих чистих прибутків потенційним інвестором.

Тоді приведена вартість зростання всіх можливих чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від комерціалізації розробки, складе:

$$\text{ПП} = \frac{174}{(1+0,1)^2} + \frac{413}{(1+0,1)^3} + \frac{294}{(1+0,1)^4} \approx 144 + 310 + 201 = 655 \text{ (тис. грн.)}$$

Теперішня вартість інвестицій PV (вартість стартапу), що повинні бути вкладені для реалізації розробки: $PV = (1,0\dots5) \times B_{\text{заг}}$.

Для випадку $PV = (1,0\dots5) \times 92 = 2 \times 92 = 184$ тисяч грн.

Абсолютний ефект від можливих вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$.

$$E_{\text{абс}} = \text{ПП} - PV \quad (4.12)$$

де ПП – приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків для інвестора від можливого впровадження розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 184$ тисяч грн.

Абсолютний ефект від можливого впровадження розробки складе:

$$E_{\text{абс}} = 655 - 184 = 471 \text{ (тис. грн.)}$$

Оскільки $E_{\text{абс}} > 0$, то комерціалізація розробки може бути доцільною.

Далі розрахуємо внутрішню дохідність $E_{\text{в}}$ вкладених інвестицій:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[T_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1 \quad (4.13)$$

де $E_{\text{абс}}$ – абсолютний ефект вкладених інвестицій; $E_{\text{абс}} = 471$ тис. грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій $PV = 184$ тис. грн;

$T_{\text{ж}}$ – життєвий цикл розробки, роки.

$T_{\text{ж}} = 4$ років (2023-й, 2024-й, 2025-й, 2026-й роки)

Для випадку отримаємо:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[4]{1 + \frac{471}{184}} - 1 = \sqrt[4]{1 + 2,5598} - 1 = \sqrt[4]{3,5598} - 1 = 1,373 - 1 = 0,373 = 37,3\%.$$

Далі визначимо ту мінімальну дохідність, нижче за яку потенційному інвестору не вигідно буде займатися комерціалізацією розробки.

Мінімальна дохідність або мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau_{\text{мін}} = d + f \quad (4.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022-2023 роках в Україні $d = (0,10...0,12)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень;

$f = (0,1...0,50)$. Прийmemo $f = 0,25$.

Для випадку отримаємо:

$$\tau_{\text{мін}} = 0,12 + 0,25 = 0,37 \text{ або } \tau_{\text{мін}} = 37\%.$$

Оскільки величина $E_B = 37,3\% > \tau_{\text{мін}} = 37\%$, то потенційний інвестор у принципі може бути зацікавлений у фінансуванні та комерціалізації розробки.

Далі розраховуємо термін окупності коштів, вкладених у можливу комерціалізацію розробленого мобільного та програмного інтерфейсу.

Термін окупності $T_{\text{ок}}$ розраховується за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B} \quad (4.15)$$

Для випадку термін окупності $T_{\text{ок}}$ коштів становитиме:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{0,373} = 2,68 \text{ років} < 3 \text{ років,}$$

що свідчить про потенційну доцільність комерціалізації розробленого мобільного додатка та програмного інтерфейсу.

Далі проведено моделювання залежності величини внутрішньої дохідності вкладених потенційних інвестицій від рівня інфляції в країні.

Якщо рівень інфляції в країні зросте до 20%, то:

$$\text{ПП} = \frac{174}{(1+0,2)^2} + \frac{413}{(1+0,2)^3} + \frac{294}{(1+0,2)^4} \approx 121 + 239 + 142 = 502 \text{ (тис. грн.)}$$

Тоді абсолютний ефект від можливого впровадження розробки за три роки складе:

$$E_{\text{абс}} = 502 - 184 = 318 \text{ (тис. грн.)}$$

Внутрішня дохідність E_B вкладених інвестицій становитиме:

$$E_B = \sqrt[T_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1 \quad (4.16)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний ефект вкладених інвестицій; $E_{абс} = 318$ тисяч грн;

PV –теперішня вартість початкових інвестицій $PV = 184$ тисяч грн.

Для випадку отримаємо:

$$E_B = \sqrt[4]{1 + \frac{318}{184}} - 1 = \sqrt[4]{1 + 1,7283} - 1 = \sqrt[4]{2,7283} - 1 = 1,285 - 1 = 0,285 = 28,5\%.$$

Оскільки величина $E_B = 28,5\% < \tau_{\min} = 37\%$, то потенційний інвестор може бути НЕ зацікавлений у фінансуванні та комерціалізації розробки.

Зроблені розрахунки у вигляді графіків наведено на рис. 4.1.

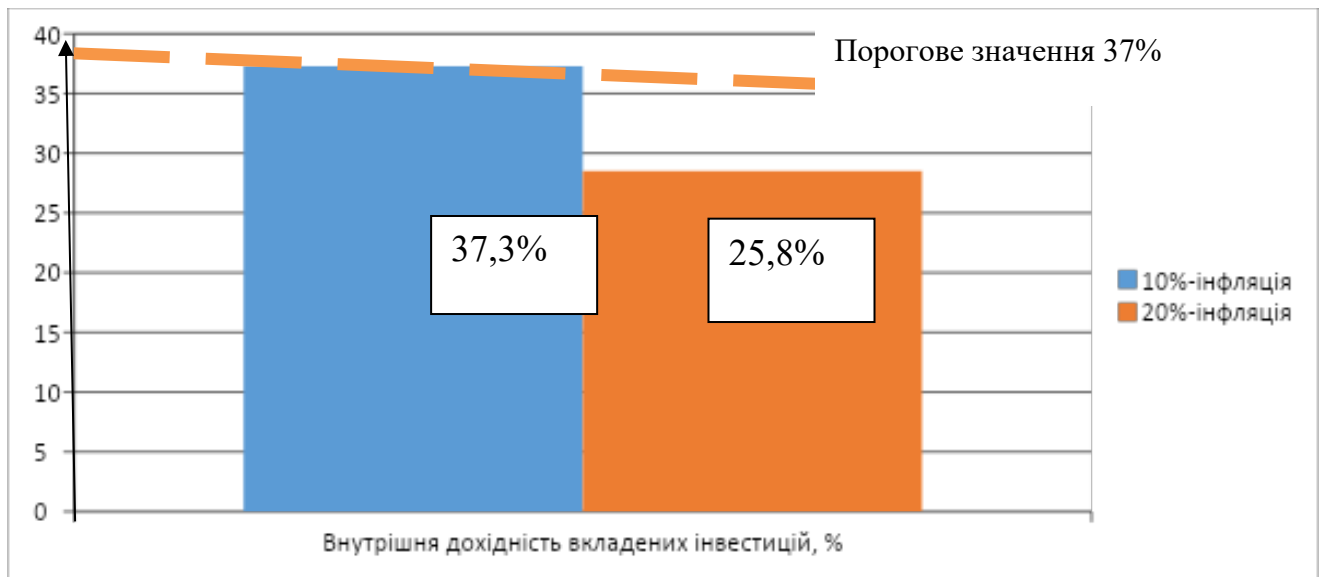


Рисунок 4.1 – Моделювання залежності величини внутрішньої дохідності потенційних інвестицій від рівня інфляції в країні

Аналіз діаграм на рис 4.1 показує, що при рівні інфляції в 10% величина внутрішньої дохідності інвестицій становить $E_B = 37,3\%$, що більше порогового значення $\tau_{\min} = 37\%$ і тому комерціалізація розробки може бути доцільною. При рівні інфляції в 20% величина внутрішньої дохідності інвестицій, вкладених в комерціалізацію розробки, становить всього $E_B = 25,8\%$, що менше порогового

значення $\tau_{\text{мін}} = 37\%$, і тому комерціалізація розробки потенційним інвестором може бути проблематичною.

Остаточне рішення з цього питання потребує проведення додаткових розрахунків (можливо – зниження рівня ризикованості вкладень тощо).

Результати виконаної економічної частини магістерської кваліфікаційної роботи зведено у таблицю:

Таблиця 4.6 - Результати економічної частини

| Показники | Задані у ТЗ | Досягнуті у магістерській кваліфікаційній роботі | Висновок |
|--|------------------------|--|-----------|
| 1. Витрати на розробку | Не більше 100 тис. грн | 92 тис. грн. | Досягнуто |
| 2. Абсолютний ефект від впровадження розробки, тисяч грн | Не менше 450 тисяч грн | 471 тисяч грн (при 10%-інфляції) | Виконано |
| 3. Внутрішня дохідність інвестицій, % | не менше 37% | 37,3% | Досягнуто |
| 4. Термін окупності інвестицій, роки | до 3-ти років | 2,68 років | Виконано |

Таким чином, основні техніко-економічні показники розробленого мобільного додатка з відкритим кодом та якісно документованим програмним інтерфейсом, що може бути використаний при створенні або інтеграції блокчейн-технології в уже існуючі онлайн платформи для підвищення надійності надання послуг продажу та покупок, визначені у технічному завданні, виконані.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота висвітлює результати і дослідження, проведені в процесі розробки та реалізації проекту з інтеграції блокчейн технології для створення платформи, що надає брендам та компаніям можливість реєстрації та отримання унікального NFT токена.

В ході виконання роботи було досягнуто декілька ключових висновків. Перше, використання криптографії, зокрема підписів, в додатку забезпечує високий рівень безпеки та автентифікації даних. Друге, розроблений бек-енд механізм взаємодії з блокчейном гарантує консистентність та інтегрованість даних, що є важливим для надійної обробки інформації.

Крім того, сама концепція платформи, яка дозволяє компаніям створювати та торгувати унікальними товарами через обмежений випуск NFT токенів, має великий потенціал для інновацій у сфері електронної комерції. Її гнучкість та здатність інтегруватися в різні додатки розширюють можливості її використання, роблячи її важливим інструментом для брендів та компаній, що прагнуть впровадити інновації у свої бізнес-процеси.

Було проведено економічний розрахунок і було проаналізовано, що при рівні інфляції в 10% величина внутрішньої дохідності інвестицій становить $E_v = 37,3\%$, що більше порогового значення $\text{мін} = 37\%$ і тому комерціалізація розробки може бути доцільною. При рівні інфляції в 20% величина внутрішньої дохідності інвестицій, вкладених в комерціалізацію розробки, становить всього $E_v = 25,8\%$, що менше порогового значення $\text{мін} = 37\%$, і тому комерціалізація розробки потенційним інвестором може бути проблематичною.

Таким чином, основні техніко-економічні показники розробленого нами мобільного додатка з відкритим кодом та якісно документованим програмним інтерфейсом, що може бути використаний при створенні або інтеграції блокчейн-технології в уже існуючі онлайн платформи для підвищення надійності надання послуг продажу та покупок, визначені у технічному завданні, виконані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравченко П. Вступ. Блокчейн і децентралізовані системи / П. Кравченко, Б. Скрябін, О. Дубініна – Харків, 2019 – 9 с.
2. Decentralized document version control using ethereum blockchain and IPFS [Електронний ресурс]: www.sciencedirect.com – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045790618333093>.
3. ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ ДОДАТКИ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://avada-media.ua/ua/decentralizovannie-prilojeniya/>.
4. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДОДАТКІВ БЛОКЧЕЙН В УКРАЇНІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/18>.
5. Global perspectives on blockchain adoption by industry [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www2.deloitte.com/jp/en/pages/financial-services/articles/bk/blockchain-adoption-by-industry.html>.
6. A Review on BlockChain Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/396/1/012030/meta>.
7. The Rise in Popularity of Cryptocurrency and Associated Criminal Activity [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1057567719827051>.
8. Що таке технологія блокчейн? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://aws.amazon.com/ru/what-is/blockchain/>.
9. Blockchain technology, bitcoin, and Ethereum [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8345547>.
10. The Importance of Open Source for Blockchain Technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.koombea.com/blog/importance-open-source-blockchain-technology/>.
11. Молодь в науці - дослідження, проблеми, перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023>.

12. Melanie Swan. Інформаційні технології та їх технічна реалізація/ Melanie Swan // O'Reilly Media, 2015.
13. Daniel Drescher Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps/ Daniel Drescher // John Wiley & Sons, Inc. 2017.
14. Antony Lewis. The Basics of Bitcoins and Blockchains / Antony Lewis / Taylor & Francis Group. 2018
15. Overview and Opportunities of Blockchain Technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cst.gov.sa/ar/Digitalknowledge/Documents/BlockchainDetailedStudyen.pdf>
16. What is the IoT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
17. A Review on BlockChain Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/396/1/012030/meta>.
18. On Public and Private Blockchains. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains>
19. P. Deepak. Everything You Wanted to Know About the Blockchain/ P. Deepak, M. Nisha, and S. P. Mohanty. IEEE Consum. Electron. Mag., vol. 7, no. 4, pp. 6–14, 2018.
20. Block hashing algorithm [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.bitcoin.it/wiki/Block_hashing_algorithm.
21. G. A. Oliva, A. E. Hassan, and Z. M. Jiang. An exploratory study of smart contracts in the Ethereum blockchain platform. - Empir. Softw. Eng., 2020, pp. 1–41.
22. PM2 SETUP AND DEPLOYMENT WITH ECOSYSTEM CONFIGURATION. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pm2.io/blog/2018/05/31/PM2-Setup-and-Deployment-with-Ecosystem-Configuration>
23. Express.js documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://expressjs.com/uk/4x/api.html>

24. What is API validation – a guide. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://apimike.com/api-validation-a-guide>
25. How to use the class-validator.Validate function in class-validator. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://snyk.io/advisor/npm-package/class-validator/functions/class-validator.Validate>
26. TypeScript Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.typescriptlang.org/docs/>
27. Documentation ethers. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.ethers.org/v5/>
28. LocalStorage, sessionStorage. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.javascript.info/localstorage>
29. Introduction to JSON Web Tokens [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://jwt.io/introduction>
30. Що таке Binance Smart Chain? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://coinmarketcap.com/academy/uk/article/what-is-binance-smart-chain>
31. Erc-721 non-fungible token standard. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ethereum.org/ru/developers/docs/standards/tokens/erc-721/>
32. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт. / Укладачі В.О. Козловський, О.Й. Лесько, В.В.Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

ДОДАТКИ

Додаток А (обов'язковий)

Технічне завдання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АІТ
д.т.н., проф. Олег БІСІКАЛО« 12 » ноября 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

«Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму децентралізованого
збереження та обробки даних в сфері послуг»

08-31.МКР.017.02.000 ТЗ

Керівник роботи

к.т.н., доц. каф. АІТ

Ілона БОГАЧ

« 12 » ноября 2023 р.

Виконавець:

ст. гр. 1АКІТ-22м

Олександр РУСАВСЬКИЙ.

« 12 » ноября 2023 р.

Вінниця ВНТУ 2023

1. Назва та галузь застосування

Магістерська кваліфікаційна робота: «Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг». Галузь застосування – інформаційні технології.

2. Підстава для розробки

Розробку системи здійснювати на підставі наказу по університету № __від__ . __2023 та завдання до магістерської кваліфікаційної роботи, складеного та затвердженого кафедрою «Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій»

3. Мета та призначення розробки

Метою роботи є реалізація механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг.

4. Джерела розробки

1. Global perspectives on blockchain adoption by industry [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www2.deloitte.com/jp/en/pages/financial-services/articles/bk/blockchain-adoption-by-industry.html>.

2. P. Deepak. Everything You Wanted to Know About the Blockchain/ P. Deepak, M. Nisha, and S. P. Mohanty. IEEE Consum. Electron. Mag., vol. 7, no. 4, pp. 6–14, 2018.

3. A Review on BlockChain Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/396/1/012030/meta>.

5. Показники призначення

Основні технічні вимоги та мінімальні системні вимоги до програми:

- ОС: MacOS Sonoma 14.0 і вище;
- Наявність адреси криптогаманців для смарт-контракту та для користувачів (Metamask)
- Доступ до інтернету;
- Оперативна пам'ять: 2 ГБайт і вище

Результати роботи програми:

- Процес купівлі NFT токену;
- Валідація токену на сайті бренду для надання дозволу купівлі преміум товару за допомогою API;
- Виведення списку нфт токенів, які має користувач;
- Виведення списку колекцій від різних брендів;
- Виведення списку брендів;

6. Економічні показники

- витрати на розробку – не більше 100 тис. грн;
- абсолютний ефект від впровадження розробки – не менше 450 тис. грн;
- внутрішня дохідність інвестицій – не менше 37%;
- термін окупності – не більше 3 років.

7. Стадії розробки

1. Розділ 1 «Аналіз існуючих веб-застосунків, які використовують технології блокчейн та формулювання стратегії реалізації розробки» має бути виконаний до 18.09.2023.

2. Розділ 2 «Розробка програмного забезпечення» має бути виконаний до 10.11.2023.

3. Розділ 3 «Аналіз та опис застосування розробленого програмного забезпечення» має бути виконаний до 16.11.2023.

4. Економічний розділ має бути виконаний до 19.11.2023.

8. Порядок контролю та приймання

1. Рубіжний контроль провести до 07.12.2023.
2. Попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи провести до 21.11.2023.
3. Захист магістерської кваліфікаційної роботи провести в період з 12.12.2023 до 14.12.2023.

Додаток Б (обов'язковий)
ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

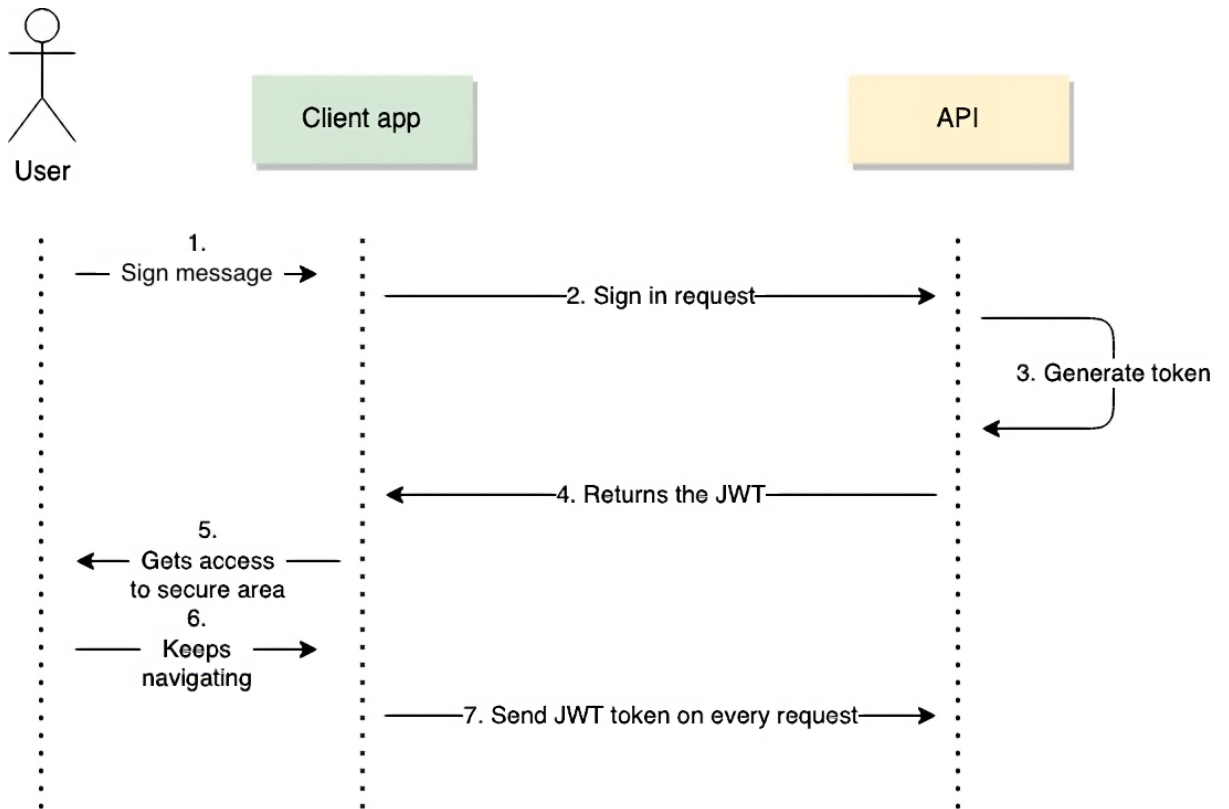


Рисунок Б.1 - Схема авторизації користувача

Продовження додатку Б

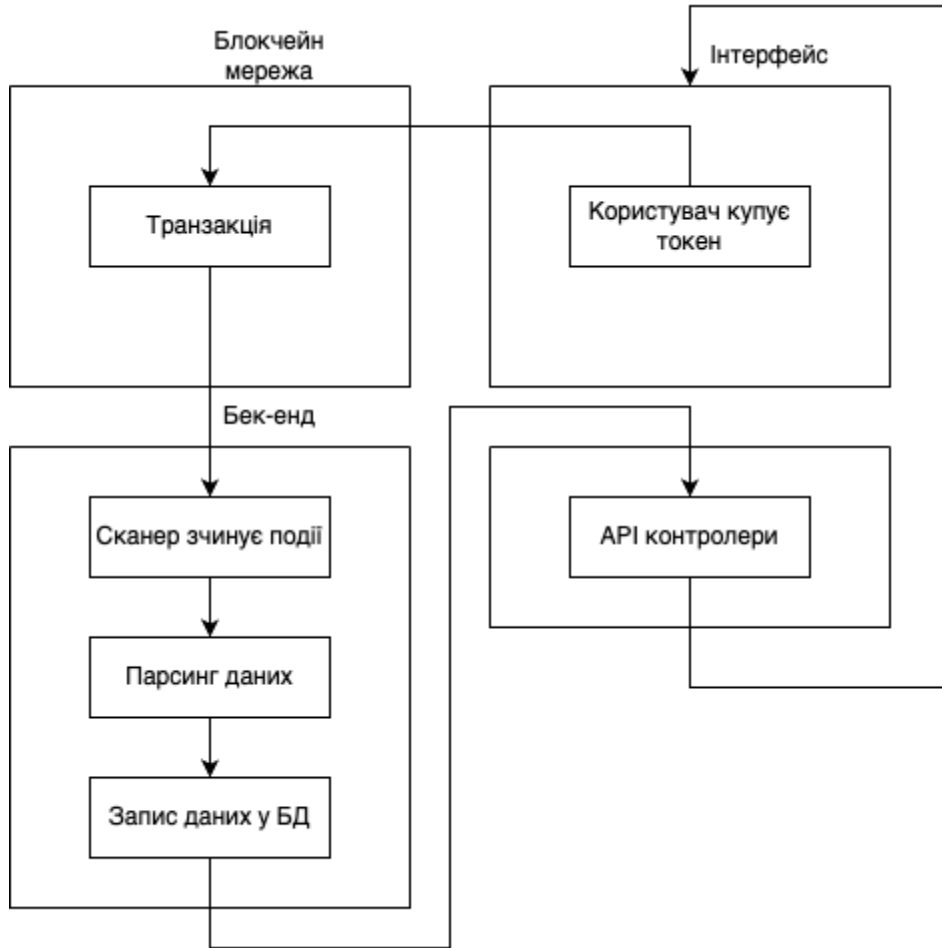


Рисунок Б.2 - Схема загальної роботи застосунку

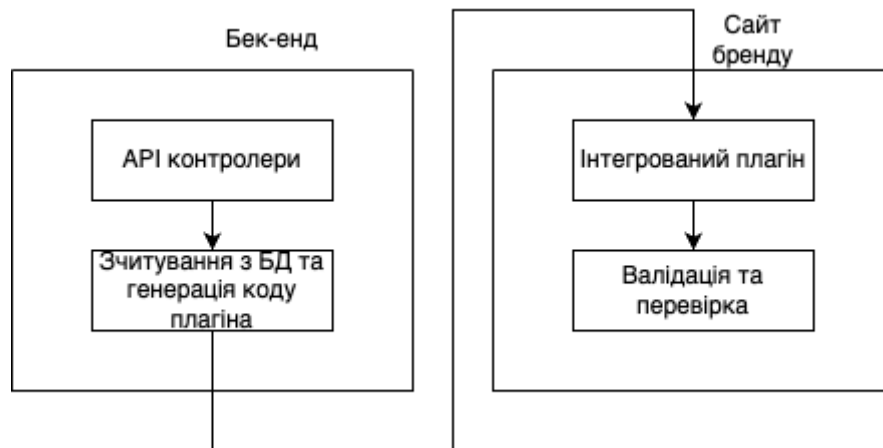


Рисунок Б.3 - Схема загальної роботи плагіну

Продовження додатку Б:

```
Network trustworthy-project_default Created 0.1s
Container trustworthy-project-postgres-1 Created 1.4s
Container trustworthy-project-frontend-1 Created 1.4s
Container trustworthy-project-another_vue_app-1 Created 1.4s
Container trustworthy-project-backend-1 Created 0.7s
Attaching to trustworthy-project-another_vue_app-1, trustworthy-project-backend-1, trustworthy-project-frontend-1, trustworthy-project-postgres-1
trustworthy-project-postgres-1 | PostgreSQL Database directory appears to contain a database; skipping initialization
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.734 UTC [1] LOG: starting PostgreSQL 16.1 (Debian 16.1-1.pgdg12b1) on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (Debian 12.2.0-14) 12.2.0, 64-bit
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.734 UTC [1] LOG: listening on IPv4 address "0.0.0.0", port 5432
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.734 UTC [1] LOG: listening on IPv6 address "::", port 5432
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.744 UTC [1] LOG: listening on Unix socket "/var/run/postgresql/.s.PGSQL.5432"
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.757 UTC [29] LOG: database system was shut down at 2023-12-04 08:32:32 UTC
trustworthy-project-postgres-1 | 2023-12-10 16:31:59.773 UTC [1] LOG: database system is ready to accept connections
trustworthy-project-backend-1 | Dockerfile
trustworthy-project-backend-1 | README.md
trustworthy-project-backend-1 | dist
trustworthy-project-backend-1 | jest.config.js
trustworthy-project-backend-1 | metadata
trustworthy-project-backend-1 | node_modules
trustworthy-project-backend-1 | package-lock.json
trustworthy-project-backend-1 | package.json
trustworthy-project-backend-1 | src
trustworthy-project-backend-1 | tests
trustworthy-project-backend-1 | tsconfig.json
trustworthy-project-backend-1 | up.sh
trustworthy-project-backend-1 | Migration started...
trustworthy-project-another_vue_app-1 | > customer-test-website@0.1.0 serve
trustworthy-project-another_vue_app-1 | > vue-cli-service serve --port 3000"
trustworthy-project-frontend-1 | > trustworthy@0.1.0 serve
trustworthy-project-frontend-1 | > vue-cli-service serve
```

Рисунок Б.4 – Відображення результат розгортання контейнера застосунку

TRUSTWORTHY AT 0XD91...39138 (MEMORY) [copy] [close]

Balance: 0. ETH

| | | |
|------------------|--|---|
| buyTokens | address _tokenContract, uint256 _tokenId, uint256 _amount | ▼ |
| createERC115... | string _name, string _uri, uint256[] _tokenIds, uint256[] _initialAmounts, uint256[] _prices, address _owner, uint2! | ▼ |
| onERC1155Ba... | address operator, address from, uint256[] ids, uint256[] values, bytes data | ▼ |
| onERC1155Re... | address operator, address from, uint256 tokenId, uint256 value, bytes data | ▼ |
| renounceOwn... | | |
| setServiceAd... | address _serviceAddress | ▼ |
| transferOwne... | address newOwner | ▼ |
| getTokenPrice | address _collectionAddress, uint256 _tokenId | ▼ |
| owner | | |
| serviceAddress | | |
| supportsInter... | bytes4 interfaced | ▼ |
| tokenContracts | address | ▼ |
| tokenOwners | address | ▼ |
| tokenPrices | address , uint256 | ▼ |

Рисунок Б.5 - Перелік функцій смарт-контракту

Продовження додатку Б:

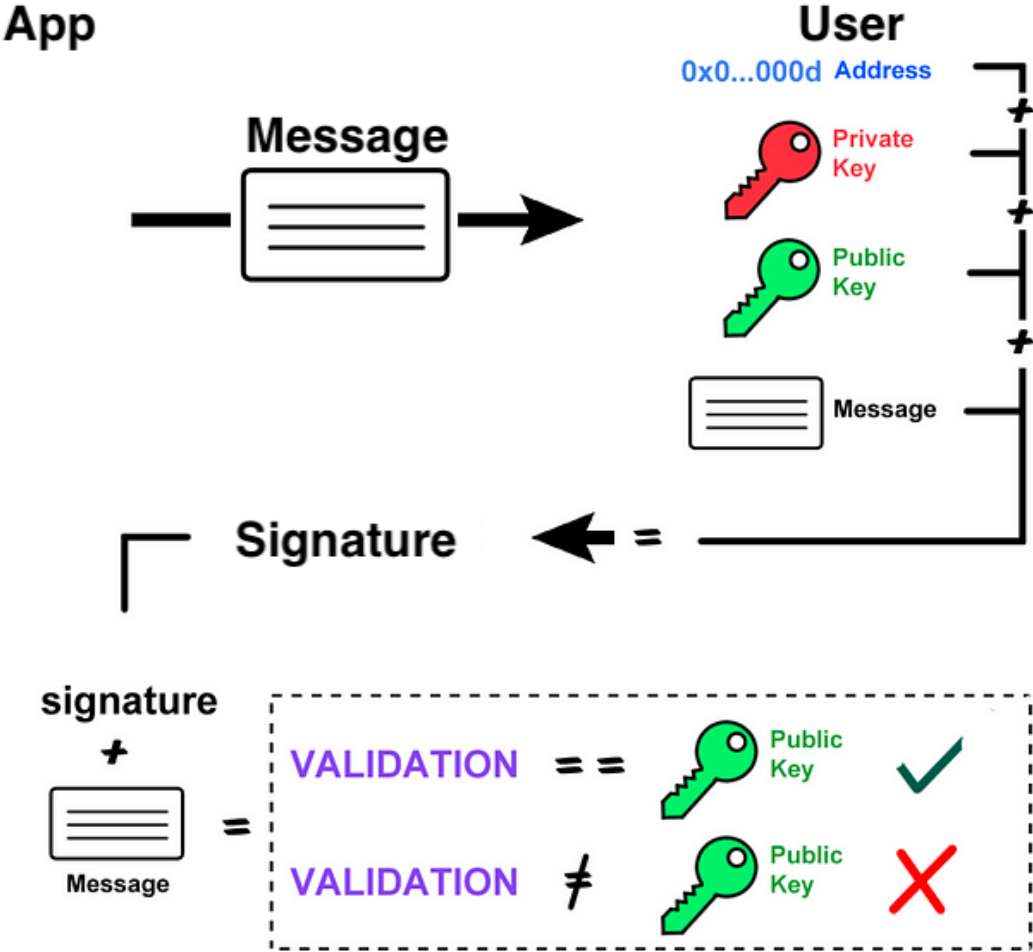


Рисунок Б.6 - Схема шифрування приватного повідомлення для авторизації

Додаток В(обов'язковий)**Лістинг смарт-контракту**

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity ^0.8.0;

import "@openzeppelin/contracts/token/ERC1155/IERC1155.sol";
import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";
import "@openzeppelin/contracts/token/ERC1155/ERC1155.sol";
import "@openzeppelin/contracts/token/ERC1155/utils/ERC1155Receiver.sol";
import "./TWCustomerCollection.sol";

contract Trustworthy is ERC1155Receiver, Ownable {
    address public serviceAddress;

    struct TokenContract {
        address contractAddress;
    }

    mapping(address => TokenContract) public tokenContracts;
    mapping(address => address) public tokenOwners;
    mapping(address => mapping(uint256 => uint256)) public tokenPrices;

    event CollectionCreated(
        address indexed service,
        address indexed collection,
        string name,
        uint256 internalBrandId
    );

    constructor(address _serviceAddress) {
        serviceAddress = _serviceAddress;
    }

    function buyTokens(
        address _tokenContract,
        uint256 _tokenId,
        uint256 _amount
    ) external payable {
        require(msg.value > 0, "You must send ether to purchase tokens");

        TokenContract storage contractInfo = tokenContracts[_tokenContract];
```



```

require(
    contractInfo.contractAddress != address(0),
    "Token contract not registered"
);

address tokenOwner = tokenOwners[_tokenContract];
require(tokenOwner != address(0), "Token does not exist");

uint256 tokenPrice = tokenPrices[_tokenContract][_tokenId];
require(tokenPrice > 0, "Token price not set");

// Calculate the total cost
uint256 totalCost = tokenPrice * _amount;

require(msg.value >= totalCost, "Insufficient funds to purchase tokens");

// Split the payment
uint256 sellerPayment = (totalCost * 90) / 100;
uint256 contractPayment = totalCost - sellerPayment;

// Transfer funds to the seller
payable(tokenOwner).transfer(sellerPayment);

// Transfer funds to the contract owner
payable(owner()).transfer(contractPayment);

// Transfer ERC1155 tokens to the buyer
IERC1155(_tokenContract).safeTransferFrom(
    address(this),
    msg.sender,
    _tokenId,
    _amount,
    ""
);
}

function createERC1155Collection(
    string memory _name,
    string memory _uri,
    uint256[] memory _tokenIds,
    uint256[] memory _initialAmounts,
    uint256[] memory _prices,
    address _owner,

```

```

    uint256 _internalBrandId
) public onlyService {
    TWCustomerCollection newCollection = new TWCustomerCollection(
        _name,
        _uri,
        _tokenIds,
        _initialAmounts
    );
    addTokenContract(address(newCollection));
    newCollection.mintInitTokens();
    for (uint256 i = 0; i < _tokenIds.length; i++) {
        setTokenPrice(address(newCollection), _tokenIds[i], _prices[i]);
    }
    setCollectionOwner(_owner, address(newCollection));
    emit CollectionCreated(serviceAddress, address(newCollection), _name,
_internalBrandId);
}

function setServiceAddress(address _serviceAddress) public onlyOwner {
    serviceAddress = _serviceAddress;
}

function addTokenContract(address _contractAddress) private {
    tokenContracts[_contractAddress] = TokenContract({
        contractAddress: _contractAddress
    });
}

function setTokenPrice(address _collectionAddress, uint256 _tokenId, uint256 _price)
private {
    tokenPrices[_collectionAddress][_tokenId] = _price;
}

function getTokenPrice(address _collectionAddress, uint256 _tokenId) public view
returns (uint256) {
    return tokenPrices[_collectionAddress][_tokenId];
}

function setCollectionOwner(address _owner, address _collection) private {
    tokenOwners[_collection] = _owner;
}

modifier onlyService() {

```

```
        require(msg.sender == serviceAddress, "Only the service can call this function");
    };
}

// ERC1155Receiver functions
function onERC1155Received(
    address operator,
    address from,
    uint256 tokenId,
    uint256 value,
    bytes memory data
) external override returns (bytes4) {
    require(
        tokenContracts[msg.sender].contractAddress == msg.sender,
        "Invalid token contract"
    );

    return this.onERC1155Received.selector;
}

function onERC1155BatchReceived(
    address operator,
    address from,
    uint256[] memory ids,
    uint256[] memory values,
    bytes memory data
) external override returns (bytes4) {
    require(
        tokenContracts[msg.sender].contractAddress == msg.sender,
        "Invalid token contract"
    );

    return this.onERC1155BatchReceived.selector;
}
}
```

Додаток Г (обов'язковий)**Протокол перевірки на плагіат**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Інтеграція блокчейн технології та реалізація механізму децентралізованого збереження та обробки даних в сфері послуг

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 99.6% Схожість 0.4%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____

(підпис)

Роман МАСЛІЙ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____

(підпис)

Олександр РУСАВСЬКИЙ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Ілона БОГАЧ

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)