

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри, шклової комісії)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Інформаційна технологія генерації NFT»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2КН-22м

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гриценюк О. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник: PhD, проф. каф. КН

Савчук Т. О.
(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2022 р.

Опонент: к.т.н., проф. кафедри АІТ

Паламарчук Є. А.
(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КН

Д.Т.Н., проф Яровий А.А.
(прізвище та ініціали)

« 16 » 12 2022 р.

Вінниця ВНТУ - 2022 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра комп'ютерних наук
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»
Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма – «Системи штучного інтелекту»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН

проф., д.т.н. Яровий А.А.

«14» 09 2022р.

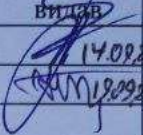

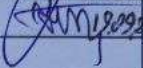
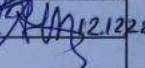
З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Гриценюка Олесея Васильовича

1. Тема роботи: «Інформаційна технологія генерації NFT».
керівник роботи: PhD, проф.Савчук Тамара Олександрівна.
затверджені наказом вищого навчального закладу «14» 09 2022 року № 203
2. Строк подання студентом роботи 18 листопада 2022 року
3. Вхідні дані до роботи:
вхідні дані - зображення у форматі png/jpeg; розмір зображення - до 4 МБ;
кількість слів опису NFT - до 100; один користувач одночасно може згенерувати лише одне NFT; час виконання транзакції - до 5 сек; дружній інтерфейс користувача; мова програмування – мультипарадигменна та повинна забезпечувати можливість маніпулювання і управління блокчейн даними, можливість реалізації клієнт частини.
4. Зміст текстової частини:
Вступ, обґрунтування доцільності розробки інформаційної технології інформаційна технологія генерації NFT, аналіз сучасних підходів для генерації NFT, проектування інформаційної технології, програмна реалізація інформаційної технології, тестування інформаційної технології та аналіз результатів роботи, економічна частина.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Аналіз сучасних блокчейнів. Схема узагальненого алгоритму функціонування процесу генерації NFT; загальна структура інформаційної технології; аналіз результатів функціонування інформаційної технології.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Савчук Т. О., PhD, проф., професор каф. КН	 14.09.22	 14.12.22
4	Буреннікова Н.В., д. е. н., проф. каф. ЕПВМ	 12.09.22	 12.12.22

7. Дата видачі завдання _____ 202 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Анотації. Обґрунтування доцільності розробки інформаційної технології генерації NFT	14.09.2022р - - 1.10.2022р	
2	Проектування інформаційної технології генерації NFT. Покращення алгоритму функціонування основних модулів інформаційної технології генерації NFT	2.10.2022р - - 16.10.2022р	
3	Програмна реалізація інформаційної технології генерації NFT	19.10.2022р - - 07.11.2022р	
4	Підготовка економічної частини	08.11.2022р - - 21.11.2022р	
5	Тестування інформаційної технології	08.11.2022р - - 21.11.2022р	
5	Апробація та/або впровадження результатів дослідження	23.11.2022р - 01.12.2022р	
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	02.12.2022р - - 14.12.2022р	

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент Гриценюк О. В.

Керівник роботи

(підпис)

Савчук Т. О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 004.8

Гриценюк О. В. Інформаційна технологія генерації NFT Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 122 – комп'ютерні науки, освітня програма - комп'ютерні науки. Вінниця: ВНТУ, 2022. 98 с

На укр. мові. Бібліогр.:19 назв; рис.: 16; табл. 19.

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці програмного забезпечення для генерації NFT. Було проаналізовано поняття генерації NFT та проведено аналіз технічних рішень цієї задачі. Проаналізовано та обгрунтовано переваги та недоліки існуючих сучасних засобів для генерації NFT. Було деталізовано сценарій процесу генерації, та на основі цього сценарію побудований метод генерації NFT. Також було розроблено структуру інформаційної технології для генерації NFT.

Було проаналізовано мови програмування та обрано JavaScript, а відповідним середовищем програмування обрано WebStorm. При цьому на основі аналізу існуючих фреймворків було обрано Angular. Розроблено основні програмні модулі інформаційної технології. Для кожного модуля побудовано алгоритм та описаного покроково функціонал його роботи. В результаті тестування було пройдено повний цикл процесу генерації.

Графічна частина складається з 6 плакатів.

У економічному розділі розраховано суму витрат на розробку та виготовлення нового технічного рішення, яка складає 347884 гривень, спрогнозовано орієнтовну величину витрат по кожній з статей витрат, розраховано чистий прибуток, термін окупності витрат для виробника 1,37 роки та економічний ефект для споживача при використанні даної розробки.

Ключові слова: блокчейн, транзакція, валідатор, токен, консенсус.

ABSTRACT

Hrytseniuk O.V. Information technology of mathematical formulas recognition on the basis of a neural network. Master's thesis in the specialty 122 - computer sciences, educational program - computer science. Vinnytsia: VNTU, 2022. 98 p. In Ukrainian language. Bibliographer: 19 titles; fig .: 16; table 19.

This master's thesis is devoted to the development of software for NFT generation. The concept of NFT generation was analyzed and technical solutions of this problem were analyzed. The advantages and disadvantages of existing modern tools for NFT generation are analyzed and substantiated. The generation process scenario was detailed, and the NFT generation process algorithm was built on the basis of this scenario. An information technology framework for NFT generation was also developed.

Programming languages were analyzed and JavaScript was selected, and WebStorm was selected as the appropriate programming environment. At the same time, based on the analysis of existing frameworks, Angular was chosen. The main software modules of information technology have been developed. An algorithm is built for each module and the functionality of its operation is described step by step. As a result of testing, a full cycle of the generation process was completed.

The graphic part consists of 6 posters.

In the economic section, the amount of costs for the development and production of a new technical solution is calculated, which is 347,884 hryvnias, the estimated amount of costs for each of the cost items is predicted, the net profit is calculated, the payback period for the manufacturer is 1.37 years, and the economic effect for the consumer when using this developments.

Keywords: blockchain, transaction, validator, token, consensus.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЙ NFT	13
1.1 Постановка задачі генерації NFT.....	13
1.2 Аналіз сучасних засобів для генерації NFT.....	14
1.3 Аналіз сучасних блокчейнів.....	18
1.4 Постановка задачі.....	21
1.5 Висновок.....	21
2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕНЕРАЦІЇ NFT	22
2.1 Удосконалення методу генерації NFT.....	22
2.2 Розробка структури інформаційної технології для генерації NFT.....	27
3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ NFT	31
3.1 Обґрунтування вибору середовища програмування.....	31
3.2 Обґрунтування вибору мови програмування.....	33
3.3. Обґрунтування вибору фреймворку Angular.....	35
3.4 Розробка модуля View.....	37
3.5 Розробка модуля для роботи з вхідними даними.....	38
3.6 Розробка модуля для роботи з IPFS.....	39
3.7 Розробка модуля Store.....	42
3.8 Розробка модуля даних NFT.....	42
3.9 Висновок.....	52
4 ТЕСТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕНЕРАЦІЇ NFT ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ	54
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	60

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки.....	60
5.2 Оцінювання рівня новизни розробки.....	64
5.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	67
5.3.1 Витрати на оплату праці	68
5.3.2 Відрахування на соціальні заходи.....	71
5.3.3 Сировина та матеріали	71
5.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	72
5.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт	72
5.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	73
5.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень.....	74
5.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	75
5.3.9 Службові відрядження	76
5.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації	77
5.3.11 Інші витрати	77
5.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати	77
5.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором.....	79
Висновки.....	83
ВИСНОВКИ.....	85
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТКИ	87
Додаток А	88
Додаток Б	89
Додаток В	92

ВСТУП

Актуальність. Сьогодні спостерігається зародження світу Web 3.0, технології блокчейн та невзаємозамінних токенів (NFT).

NFT — це цифрові активи, здатні представляти низку унікальних продуктів, включаючи мистецтво, медіа, внутрішньо-ігрові предмети та інший цифровий контент. За допомогою NFT можна навіть токенизувати активи реального світу, такі як нерухомість, колекційні речі і т.п.

Але так як технологія молода, вона не ідеальна і має певні певні вразливості. При тому що її основна задача це робота з цифровими активами є неприпустимими помилки під час виконання транзакцій.

Ключовим фактором стає простота інтерфейсу щоб уникнути помилок з боку користувача, а також надійність, стабільність системи та швидкість виконання транзакцій.

Метою даної магістерської роботи є підвищення швидкості виконання транзакцій під час генерації NFT.

Для досягнення мети роботи потрібно виконати такі задачі:

- здійснити аналіз інформаційної технології генерації NFT;
- розглянути існуючі рішення та обґрунтувати вибір блокчейну, що сприяють підвищенню швидкості виконання транзакцій під час генерації NFT;
- удосконалити метод інформаційної технології;
- розробити структуру інформаційної технології;
- здійснити програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології;
- провести тестування програмного засобу та проаналізувати отримані результати інформаційної технології для генерації NFT.

Наукова новизна полягає в наступному:

- удосконалено метод генерації NFT за рахунок використання блокчейну Artos, що забезпечує збільшення швидкості виконання транзакцій;
- удосконалено інформаційну технологію за рахунок впровадження Flux підходу для роботи з IPFS та смарт-контрактами, що дає можливість підвищити швидкодію та забезпечує стабільність роботи під час генерації NFT.

Практичне значення роботи полягає у розробці структури інформаційної технології, що включає такі додаткові модулі як Store, View, Actions; розробці алгоритмів функціонування модуля для роботи з IPFS та модуля для роботи з вихідними даними, а також розробці моделі даних NFT, що забезпечує підвищення швидкодії, при збереженні стабільності та безпеки.

Об'єктом дослідження є процес генерації NFT.

Предмет дослідження – інформаційна технологія для генерації NFT.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується коректністю постановки завдання, коректністю використання методів дослідження, експериментальними дослідженнями тестування програмної реалізації інформаційної технології генерації NFT. Адекватність покращення методу генерації NFT підтверджується результатами експериментальних досліджень.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, що наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно.

Апробації результатів роботи. Результат даної магістерської кваліфікаційної роботи апробовано на X Міжнародній науково-практичній конференції SCIENCE AND INNOVATION OF MODERN WORLD 26-28.10 (Лондон, Великобританія, 2022) [1].

Публікації. За результатами досліджень опубліковано одні тези доповіді на науково-технічній конференції SCIENCE AND INNOVATION OF MODERN WORLD (Лондон, Великобританія, 2022), [1], отримано свідоцтво на реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму [2], а також подано статтю до фахового видання Computer Science and Applied Mathematics [3].

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЙ NFT

1.1 Постановка задачі генерації NFT

Існуючі інформаційні технології забезпечують усім необхідним функціоналом для генерації NFT, при цьому вирішуючи проблему складності у використанні технології блокчейн. При цьому важливою особливістю як активу для авторів NFT є можливість незалежної монетизації завдяки своїй аудиторії шанувальників, без залежності та складських процесів політики монетизації при співпраці з брендами, агентствами та рекламодавцями, щоб отримати свою долю винагороди за управління та розповсюдження цифрового активу. Також завдяки підписанню умов генерації NFT в смарт контракті можна прописати умову стягнення на користь автора відсотку з кожної подальшої покупки створеного ним активу. При цьому особливо важливим є те що з використанням NFT надається гарантія на власність.

Мінімально необхідний інструментарій інформаційної технології повинен включати ряд технологічних рішень. В першу чергу це здатність підключатись та взаємодіяти з самими відомими крипто гаманцями. Зачасту крипто гаманці є у форматі розширення до браузера для зручності підключення та використання. Основні задачі під час взаємодії інформаційної технології для генерації NFT та розширенням крипто гаманця є саме авторизація з підключенням системи та надання їм для взаємодії ключів гаманця. А після, уже під час генерації та інших операціях, слід реалізовувати згоду на їх виконання через крипто гаманець, це все виконується з метою саме вберегти активи від помилкових транзакцій, або від спроб зловмисників вкрасти активи з гаманця, через необачне підключення крипто гаманця до небезпечних сайтів.

Для основного процесу генерації NFT важливим є наявність інтерфейсу користувача. Цей інтерфейс має взаємодіяти з крипто-активами гаманця, а саме підключення, відобразити всі доступні активи та інформацію про них, робити

запити на виконання транзакцій, отримувати результати їх виконання і тд. Основна задача інтерфейсу це можливість завантажити зображення, та ввести опис до нього, а після виконання запитів показати результат генерації NFT та те що він є власністю користувача.

1.2 Аналіз сучасних засобів для генерації NFT

На сьогодні існують різні реалізації інформаційних технології для генерації NFT, основними з яких є: OpenSea, SuperRare, Rarible.

Платформа OpenSea відома як найбільший ринок NFT. Він пропонує широкий спектр незмінних токенів, включаючи мистецтво, стійкі до цензури доменні імена, віртуальні світи, колекційні картки, спорт та предмети колекціонування. Він включає активи ERC721 і ERC1155. Користувачі можуть купувати, продавати та відкривати ексклюзивні цифрові активи, такі як Axies, ENS names, CryptoKitties, Decentraland тощо. У них представлено понад 700 різних проектів, включаючи ігри з колекційними картками, колекційні ігри до проектів цифрового мистецтва та системи імен, такі як ENS (Ethereum Name Service).

Автори можуть створювати власні елементи на блокчейні за допомогою інструменту карбування предметів OpenSea. Користувачі можуть використовувати його для створення колекції та NFT безкоштовно, не потребуючи жодного рядка коду. Якщо розробляється власний смарт-контракт для гри, цифрового колекціонування чи якогось іншого проекту з унікальними цифровими елементами на блокчейні, його можна легко бути додані в OpenSea.

Якщо користувач продає предмети на OpenSea, то він можете зробити це за фіксованою ціною, створити оголошення з цінами, що зменшуються, або розмістити оголошення на аукціоні.

Головний екран інформаційної технології зображений на рисунку 1.1

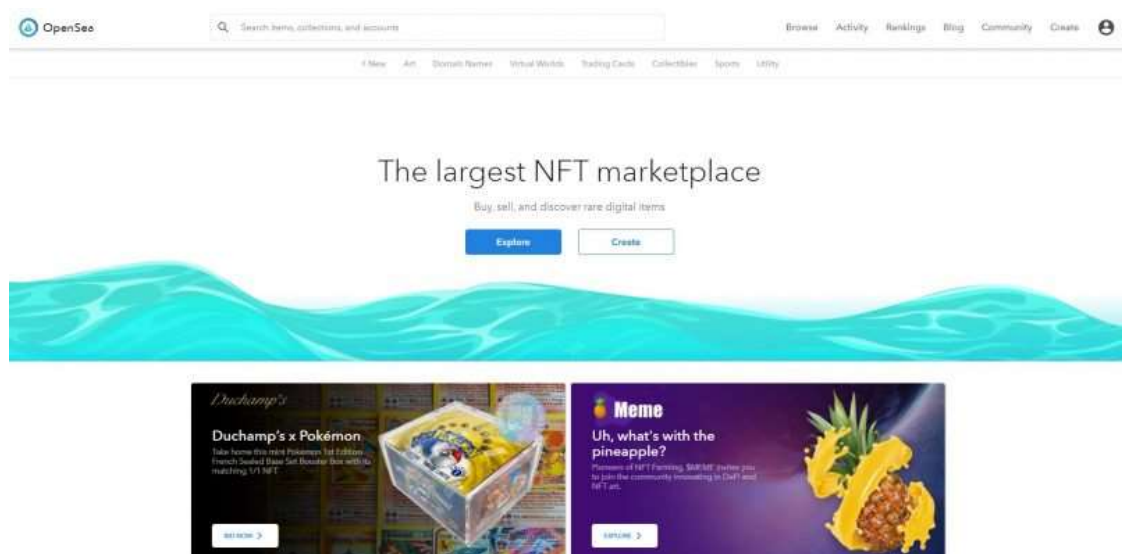


Рисунок 1.1 – Головний екран інформаційної технології OpenSea

Rarible — це маркетплейс NFT, що належить спільноті, і його «власники» мають токен ERC-20 RARI. Rarible надає токен RARI активним користувачам платформи, які купують або продають на ринку NFT. Він розподіляє 75 000 RARI щотижня.

Платформа приділяє особливу увагу арт-активам. Автори можуть використовувати Rarible для «карбування» нових NFT для продажу своїх творінь, будь то книги, музичні альбоми, цифрове мистецтво чи фільми. Автор може навіть продемонструвати кращий погляд свого творіння кожному, хто приходить до Rarible, але обмежити повний проект лише покупцем.

Rarible купує та продає NFT у таких категоріях, як мистецтво, фотографія, ігри, метавірші, музика, домени, меми тощо.

Головний екран інформаційної технології зображений на рисунку 1.2

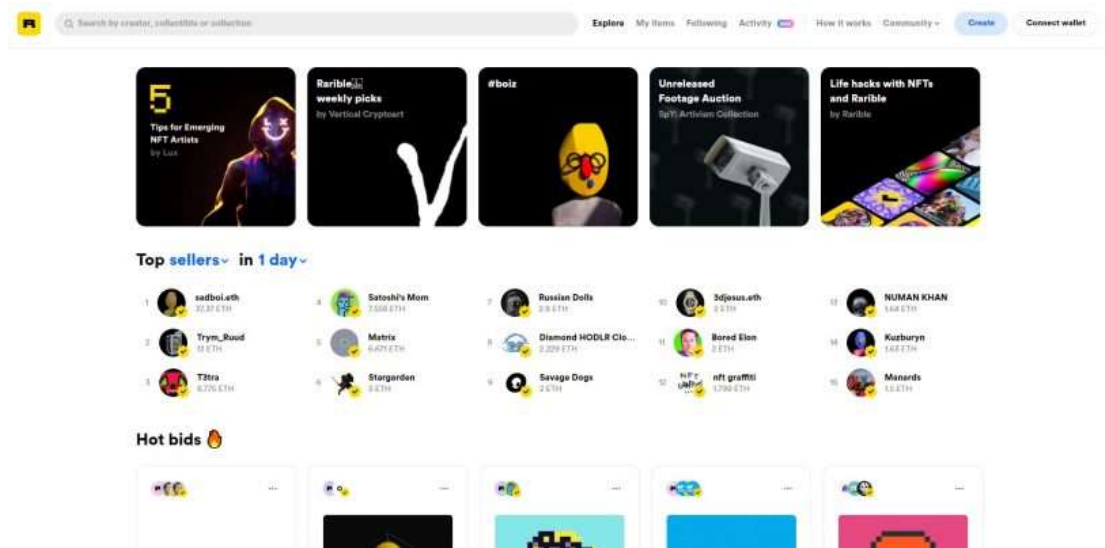


Рисунок 1.2 – Головний екран інформаційної технології Rarible

SuperRare зосереджується на тому, щоб бути ринком, на якому люди купують і продають унікальні цифрові твори мистецтва, що випускаються одним виданням. Кожен витвір мистецтва автентично створений художником у мережі та токенизований як крипто-колекціонований цифровий предмет, яким кожен може володіти та торгувати. Вони описують себе, ніби Instagram зустрічає Christie's, пропонуючи новий спосіб взаємодії з мистецтвом, культурою та колекціонуванням в Інтернеті.

Кожна ілюстрація на SuperRare є цифровим предметом колекціонування – цифровим об'єктом, захищеним за допомогою криптографії та відстежування на блокчейні. SuperRare створив соціальну мережу на вершині ринку. Оскільки цифрові предмети колекціонування мають прозорий облік власності, вони ідеально підходять для соціального середовища.

Усі транзакції здійснюються за допомогою ефіру, рідної криптовалюти в мережі Ethereum.

На даний момент SuperRare працює з невеликою кількістю відібраних художників; однак користувачі можуть використати форму, щоб надіслати свій профіль виконавця, щоб потрапити на радар їхнього майбутнього повного запуску.

Головний екран інформаційної технології зображений на рисунку 1.3

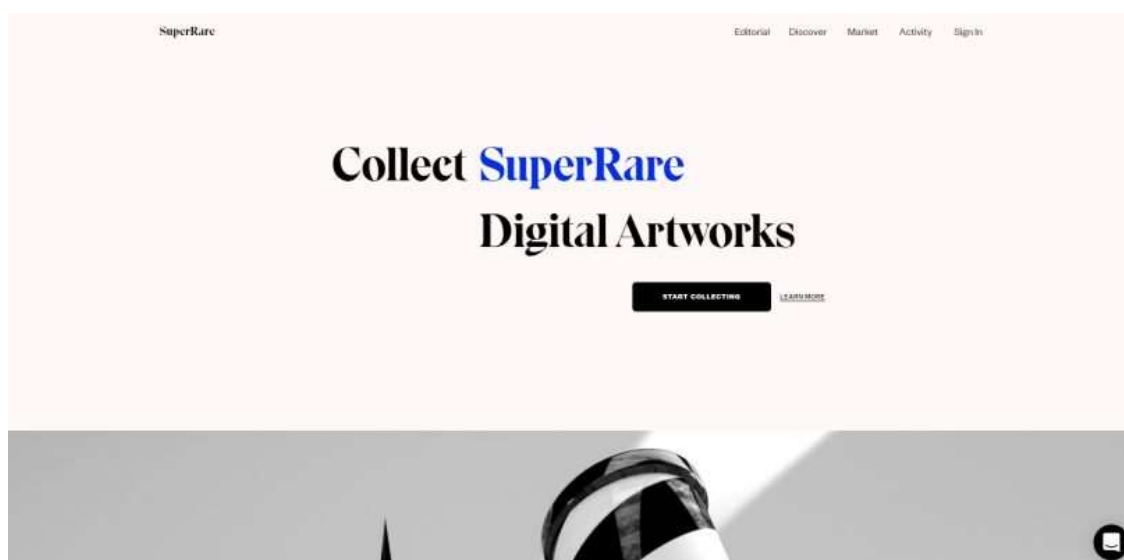


Рисунок 1.3 – Головний екран інформаційної технології SuperRare

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика популярних рішень генерації NFT

	Середня швидкість транзакції	Стабільність роботи	Рівень децентралізації	Дружність інтерфейсу
OpenSea	25 сек	95%	Високий	+
Rarible	25 сек	95%	Середній	-
Super rare	120 сек	100%	Низький	+

Отже, на теперішній час існує багато повноцінних проєктів, які своєю метою мають за ціль генерацію NFT, та роботу з ними. Але кожен з них має суттєві недоліки, серед яких повільна швидкість виконання запитів, складний інтерфейс користувача, використання застарілих блокчейн мереж не завжди стабільно працюють та мають обмеження в масштабуванні.

1.3 Аналіз сучасних блокчейнів

Важливою задачею при розробці DApp є вибір блокчейн, де фіксуватиметься підтвердження права власності на NFT. При цьому, слід обрати мережу, яка має високий рівень децентралізації та масштабування, завдяки чому забезпечується її стабільна робота, а швидкість виконання транзакцій буде миттєвою. Щоб вибрати блокчейн для генерації NFT порівняємо такі мережі як Binance Smart Chain, Solana, Aptos.

Блокчейн мережа Binance Smart Chain (BSC) - створена для запуску програм на основі смарт-контрактів та BSC, що дозволяє користувачам отримати високу ємність транзакцій BC та функціональність смарт-контракту BSC. Крім того, Binance Smart Chain також реалізує Ethereum Virtual Machine (EVM), що дозволяє запускати програми на основі Ethereum, такі як MetaMask. Серед важливих особливостей цей блокчейн підтримує генерація NFT в своїй мережі. Мета платформи - надати розробникам можливість створювати децентралізовані програми (DApps) та допомогти користувачам керувати своїми цифровими активами кросчейн із низькою затримкою та великою ємністю. Платформа працює на основі консенсусної моделі підтвердження частки володіння proof-of-stake (PoS), зокрема, proof-of-staked-authority. Власний токен BSC, Binance Coin (BNB), може бути використаний для підвищення безпеки мережі та з метою організації голосування за протоколи управління спільнотою. BSC поєднує у собі делегований PoS та підтвердження повноважень proof-of-authority (PoA) для досягнення консенсусу в мережі та підтримки безпеки блокчейну. PoA відомий своєю здатністю перешкоджати 51% атак, а також терпимістю до Byzantine attacks.

Серед переваг: висока популярність, відносно висока стабільність роботи за рахунок перевіреного списку валідаторів.

Серед недоліків, низька швидкість виконання транзакцій, обмеження в масштабуванні та відсутність децентралізації, та що повністю суперечить

основним принципам технології, та вразливість через яку нещодавно була здійснена хакерська атака з викраденням токенів.

Solana – це блокчейн третього покоління на Proof of Stake. У ньому реалізований унікальний спосіб створення надійної системи для визначення часу транзакції під назвою "Proof of History". Proof of History — це розвиток популярного алгоритму Proof of Stake. Слово у назві History означає, що у блоках записується «історія» — тобто мітки часу, коли цей блок було створено. Немає потреби у «важких» обчисленнях та спеціалізованому обладнанні. Набув блокчейн своєї популярності за рахунок рекордного на свій час масштабування, адже максимальна кількість транзакцій за секунду в Solana - 65 000, а за рахунок дешевих транзакцій він став одним із лідерів по генерації NFT серед інших блокчейнів [4].

Серед переваг популярність, висока швидкість виконання транзакції та високий рівень масштабування.

Серед недоліків це не висока стабільність роботи, що через великі навантаження у системі, час від часу вона ламається, що вказує на її слабкості в алгоритмічній складові, що за собою може потягнути до втрат коштів.

Aptos - це блокчейн першого рівня, який заявляє, що його фокус спрямований на масштабованість та безпеку. Розробники використовують свою мову програмування Move. Серед його переваг є безпека пам'яті за рахунок запобігання зависаючих посилань і витоків пам'яті. Також є безпечно зберігання важливої інформації (токени, смарт-контракти) за допомогою власного типу даних "resources". Ресурси мають високий статус в архітектурі коду.

Крім мови високому рівню безпеки та стійкості блокчейна допоможе модернізація консенсусу, де і будуть задіяні "оптимістичні" методи роботи з даними. Не може не зацікавити і Aptos Core, технологія для стабільної та надійної роботи валідаторів [5]. Неактивні та схильні до злому/збою валідатори будуть замінені на активних та безпечних. Крім безпеки, це вирішує проблему децентралізації.

Найважливіше, це є неймовірно швидка швидкість обробки транзакцій 180.000 TPS (transaction per second). Такої пропускної спроможності буде досягнуто, в першу чергу, через модернізацію механізму консенсусу. Протокол консенсусу буде відокремлений від виконання транзакцій. Зазвичай протокол узгоджує транзакції, порядок їх виконання та результат. Aptos розділяє їх залежність один від одного, тим самим знижуючи навантаження. В основі їхнього механізму консенсусу лежить технологія Block-STM, яка є механізмом паралельного виконання смарт-контрактів. BFT-протокол консенсусу здатний завершувати транзакції з точністю до секунди, а також визначати активних/неактивних валідаторів .

Серед переваг є високий рівень масштабування та децентралізації, при пропускній спроможності 180 тис. транзакцій за секунду, при високому рівні стабільності роботи .

Недоліками є те, що проект є на стадії розробки і в нього поки мала популярність.

Порівняльна характеристика блокчейнів для (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Порівняльна характеристика блокчейнів

	BSC	Aptos	SOLANA
Механізм консенсуса	PoA	PoaV	PoH
Кількість транзакцій кл / сек	300 / сек	180 000 /сек	65,000/сек
Рівень децентралізації	мінімальний	високий	середній
Стабільність роботи	+	+	-
Популярність	висока	низька	висока
Cross-chain	+	+	+

Як видно з таблиці, необхідні значення характеристик, а саме: кількість транзакцій понад 65000 за секунду, високий рівень децентралізації та масштабування, при цьому маючи стабільну роботу для ефективного функціонування web додатку для генерації NFT, має мережа блокчейн Aptos.

Отже, для реалізації web-додатку для генерації доцільно використати блокчейн Aptos.

1.4 Постановка задачі

Застосування логічного методу виведення для розв'язання задачі генерації NFT

Нехай задано вхідний вектор $X(x_1, x_2)$, де вхідні дані

x_1 – зображення у форматі png/jpeg;

x_2 – розмір зображення - до 4 МБ;

x_3 – кількість слів опису NFT - до 100;

Тоді задачу генерації NFT можна подати у вигляді:

$$F(X) = Y.$$

де Y – вихідний вектор, результуючий запис в блокчейні, що підтверджує результат – генерацію NFT.

1.5 Висновок

Було проаналізовано поняття генерації NFT та проведено аналіз технічних рішень цієї задачі, які базуються на використанні блокчейн що реалізує виконання транзакцій. Було виявлено переваги та недоліки існуючих рішень, що дозволило вибрати і об'єднати сильні сторони для створення нового алгоритму. Також обґрунтовано вибір блокчейну, що забезпечує високу швидкість виконання транзакцій та стабільність роботи.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕНЕРАЦІЇ NFT

2.1 Удосконалення методу генерації NFT

З метою усунення наявних слабких сторін сучасного підходу до генерації NFT та успішного виконання транзакцій, пропонується до використання блокчейна Aptos. Завдяки його архітектурі будуть по новому задіяні методи обробки транзакцій NFT і підходи до децентралізації та управління мережею завдяки конвеєрній, модульній та паралельній обробці транзакцій. Важливим фактором є те, що обробка транзакцій буде розділеною і відбуватиметься окремими етапами, що забезпечуватиме підвищену пропускну здатність та паралельну обробку даних. При цьому, кожен етап є абсолютно незалежним та індивідуально розпаралеленим.

Модульний дизайн архітектури забезпечуватиме структурований шлях до масштабування валідаторів за межі однієї машини, надаючи доступ до додаткових обчислень, мережевих ресурсів і ресурсів зберігання. На рисунку 2.1 показано життєвий цикл транзакції на різних етапах обробки даних. Модульна обробка сприятиме оптимізації швидкості виконання транзакцій при генерації NFT. Транзакції в такому випадку групуються в модулі кожним валідатором під час розповсюдження, а партії будуть об'єднуватись в блоки під час консенсусу [6]. Виконання, зберігання та етапи сертифікації записів транзакцій зможуть працювати у групах, щоб забезпечити можливості для зміни порядку, скорочення операції (наприклад, повторне обчислення або перевірка підпису) і паралельне виконання, що у свою чергу вплине на швидкість виконання транзакцій при генерації нових NFT.

Моделювання також забезпечує визначення пріоритетів транзакцій і забезпечує захист від атак відмови в обслуговуванні (DoS).

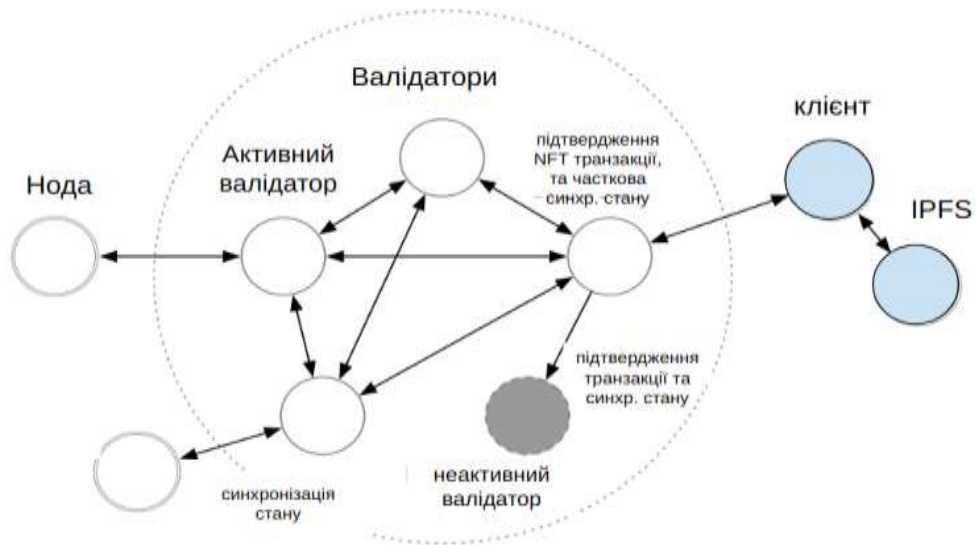


Рисунок 2.1 - Архітектура Aptos при генерації NFT

Досягти підвищення швидкості виконання транзакцій в мережі Aptos можна за рахунок використання паралельного алгоритму при генерації NFT та всіх наступних транзакцій. Постійне поширення транзакцій визначається тим, що валідатори постійно передають один одному модулі транзакцій, одночасно використовуючи всі доступні ресурси мережі. Кожна партія, що розповсюджується валідатором зберігається, а підпис у модульному дайджесті надсилається назад до валідатора. Відповідно до вимог консенсусу, будь-які зважені підписи $(2f + 1)$ у модульному дайджесті є доказом виконання транзакції. Такий доказ гарантує, що чесні валідатори мають принаймні $(f+1)$ зважених ставок зберігання модулю, а тому всі чесні валідатори зможуть отримати його перед виконанням [6].

Паралельне виконання транзакцій забезпечується тим, що після впорядкування метаданих консенсусного блоку транзакції можуть виконуватися будь-яким валідатором, повним вузлом або клієнтом. Принаймні $(2f+1)$ чесних валідаторів справді зберігають транзакції для запропонованої партії. Цікавою особливістю механізму паралельного виконання Block-STM є виявлення та керування конфліктами для впорядкованого набору транзакцій разом із

оптимістичним керуванням паралелізмом з метою забезпечення максимального результату з урахуванням особливого впорядкування. Модулі транзакцій виконуються оптимістично паралельно та перевіряються після виконання. Неудалі перевірки призводять до повторного виконання.

Для оцінки потенціалу паралельного виконання транзакцій алгоритму Block-STM в блокчейні Aptos для можливих генерацій NFT, було проведено експерименти з тривіальними одноранговими транзакціями, як ізольований контрольний тест лише для виконання транзакцій з генерації NFT із бази даних в пам'яті. На рисунку 2.2 представлено результати виконання Block-STM.

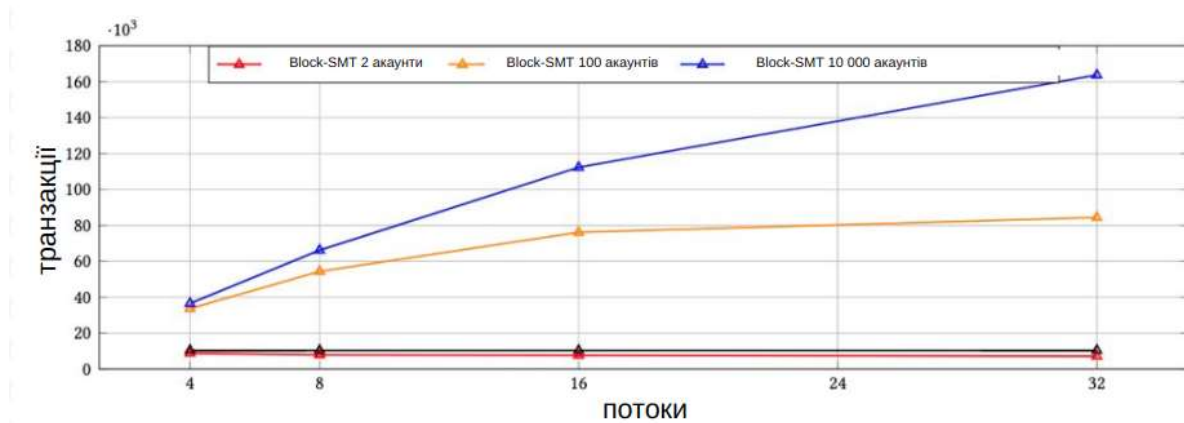


Рисунок 2.2 - Тест блокчейна на максимальне навантаження при одночасному виконанню транзакцій

Кожен блок містить 10 тисяч транзакцій а кількість облікових записів визначає рівень конфліктів і суперечок. При низькій конкуренції Block-STM досягає 16-кратного прискорення порівняно з послідовним виконанням із 32 потоками, а в умовах високої конкуренції Block-STM досягає понад 8-кратного прискорення [6]. Оптимізація для паралельного виконання транзакцій, а також додавання рандомізації можливість зміни порядку підвищують продуктивність підтвердження транзакції, що сприяє підвищенню швидкості виконання транзакцій, необхідних при генерації NFT.

Під час процесу генерації NFT автор має можливість приватизувати певний цифровий ресурс і зберегти цей процес присвоєння в середині історії транзакцій децентралізованого блокчейн. Важливим є те щоб користувач міг це зробити без будь яких складностей і не вникаючи в процеси роботи мережі. Для цього реалізовується ці інтерфейс з формами та кнопками з якими можна інтуїтивно працювати. Після підключення гаманця та успішного заповнення форм на генерацію NFT цю інформацію обробляє сервер там відбувається запит до валідаторів мережі для підтвердження виконання транзакції. У разі успіху генерується IPFS hash. На основі якого ми в смарт контракті генеруємо уже потрібний нам NFT А той у свою чергу дає результат серверу, який передає успішність операції на frontend частині де результат може спостерігати користувач. Після цього в мережі блокчейн до адресу гаманця буде доданий NFT токен, який можливо відобразити у View модулі для подальшого його використання.

Для генерації NFT слід виконати таку послідовність дій:

- Крок 1. Увімкнути крипто гаманець, та підключитись до веб-додатку .
 - Крок 2. Обрати мережу Aptos.
 - Крок 3. Заповнити дані про NFT.
 - Крок 4. Завантажити зображення та відправити запит на сервер.
 - Крок 5. Запит на збереження NFT даних в IPFS.
 - Крок 6. Отримати IPFS hash та зберегти його за id гаманця.
 - Крок 7. Використати IPFS hash для генерування NFT токена завдяки смарт контракту.
 - Крок 8. Виконання транзакції в мережі Aptos, та отримання результату генерування.
 - Крок 9. Використовуючи public key крипто-гаманця на наявність нового NFT.
 - Крок 10. Відобразити у веб інтерфейсі список NFT та токенів.
- Розроблена загальна схема методу генерації NFT зображена на рисунку 2.3

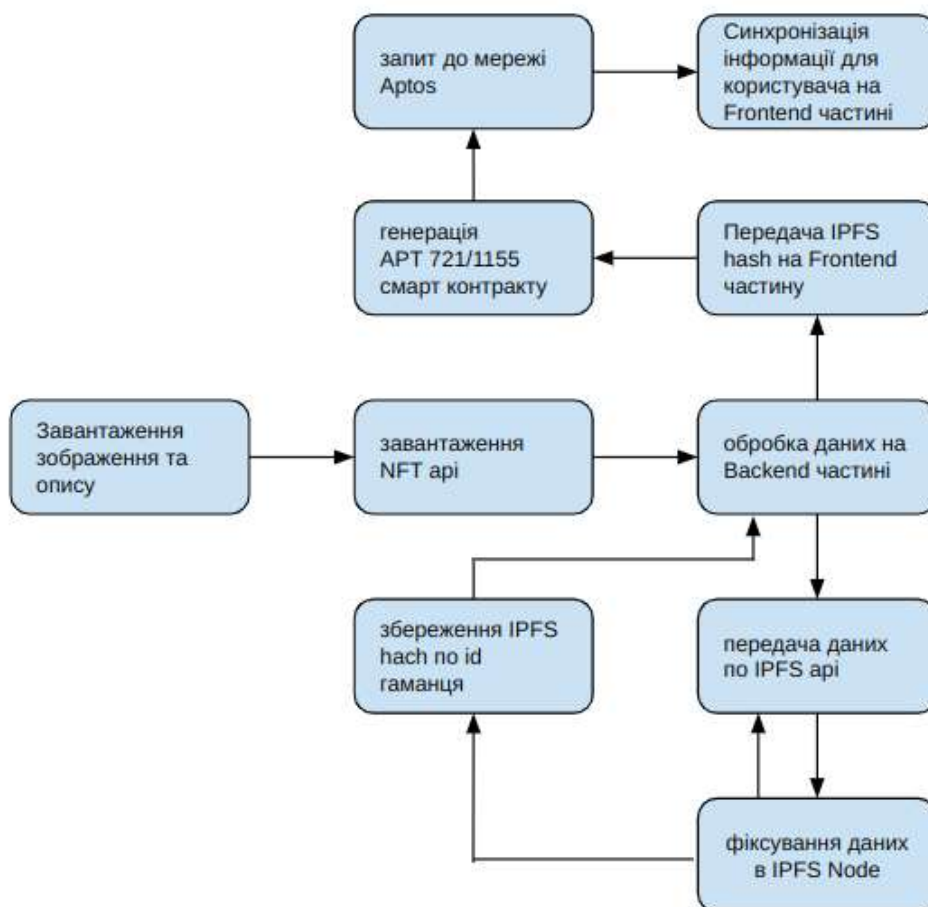


Рисунок 2.3 – Загальна схема методу генерації NFT

Отже, було удосконалено метод генерації NFT за рахунок використання блокчейну Aptos з метою збільшення швидкості генерації NFT при виконанні транзакцій, завдяки тому що він характеризується гнучкою та модульною архітектурою, а також конвеєрною, паралельною обробкою транзакцій на основі механізму Block-STM та консенсусу PoAv при значних навантаженнях на мережу, при цьому не втрачаючи рівня безпеки та ефективності її роботи. Крім того, для запропонованого рішення характерні підтримка частих оновлень, швидке впровадження останніх технологічних покращень і підтримка для нових областей застосування.

2.2 Розробка структури інформаційної технології для генерації NFT

Інформаційна технологія для генерації NFT повинна мати ряд складових для реалізації своєї задачі.

Введення вхідних даних, завантаження зображення, виведення результатів виконуватиметься модулем взаємодії із користувачем View.

Складова Actions забезпечує зв'язок з модулем для роботи з смарт контрактами, модулем для роботи зі сховищем IPFS, отриманням результатів і оновленням Store на основі отриманих даних.

Всі вхідні дані опрацьовуються в модулі роботи з вхідними даними і передаються у модуль для роботи зі сховищем IPFS [8].

В модулі для роботи зі сховищем IPFS відбувається підключення до арі сервісу з ціллю передачі та збереження даних.

Після цього відповідь з сервісу разом з ipfs hash передається в модуль для роботи з смарт контрактами.

У модулі для роботи зі смарт контрактами формуються NFT смарт контракти які відпрацьовують в блокчейні Aptos, отримуються результати транзакцій, їх передача в модуль для вхідних даних за чим слідує оновлення Store. Оновлення Store супроводжується рендерингом інтерфейсу користувача.

Оскільки ми передаємо посилання на ці методи в Service, і цей об'єкт тоді доступний всім споживачам контексту, ми можемо викликати ці методи з будь-якого компонента, до якого в буде інжектований сервіс.

Саме тому інформаційної технології для генерації NFT буде спроектована та розроблена на основі архітектури NgRx, що у свою чергу наслідує Flux «дії–сховище–відображення», його структура поділяється на три між собою пов'язаних частини:

- дія (Actions);
- сховище (Stores);
- відображення» (View).

Використання визначеного шаблону підходить для управління процесом централізованого зберігання даних, де зміни будуть відбуватися під впливом дій користувача, в результаті чого буде змінюватися інтерфейс, що забезпечить односторонній, синхронізований потік даних, що забезпечить кращу стабільність програми.

Для побудови архітектури буде використовуватись NgRx [7], який повністю наслідує архітектуру Flux але при цьому працює на базі фреймворку Angular.

Стан програми відповідає за дані, необхідні для правильного відображення інтерфейсу користувача. Прикладами можуть бути: процес генерації NFT, стан активів на крипто гаманці.

NgRx складається з чотирьох структурних частин :

— Централізованого стану, що є глобальним об'єктом, який не є напряму доступним до зчитування та змін.

— Reducer functions, чисті функції, що містять логіку для зміни та оновлення глобального стану, завдяки тому, що в результаті свого виконання повертають новий стан з усіма необхідними змінами.

— Actions, об'єкти, які описують те як саме потрібно змінити стан, можуть містити параметри для передачі, основна задача це запустити функцію редуктора.

— Subscriptions, необхідні для доступу до значень які зберігаються в глобального стану, в основному використовуються всередині компонентів додатку що відповідають за інтерфейс.

Спочатку в алгоритмі роботи NgRx виконується action – об’єкт який описує зміни стану. Після чого reducer повертає новий стан програми після виконання певного action. Завдяки subscription компоненти постійно знають про нові зміни глобального state, на основі чого й оновлюється інтерфейс.

Отже, структура інформаційної технології для генерації NFT, з урахуванням запропонованих складових, матиме вигляд, представлений на рисунку 2.4.

Таким чином, запропонована структура інформаційної технології для генерації NFT дозволить стабільно та ефективно отримувати дані користувача, опрацьовувати їх, та повертати користувачу в зручному та зрозумілому вигляді за рахунок взаємодії таких модулів View, Store, модулем для роботи з IPFS, модулю роботи з вхідними та вихідними даними, модулю роботи з смарт контрактами.

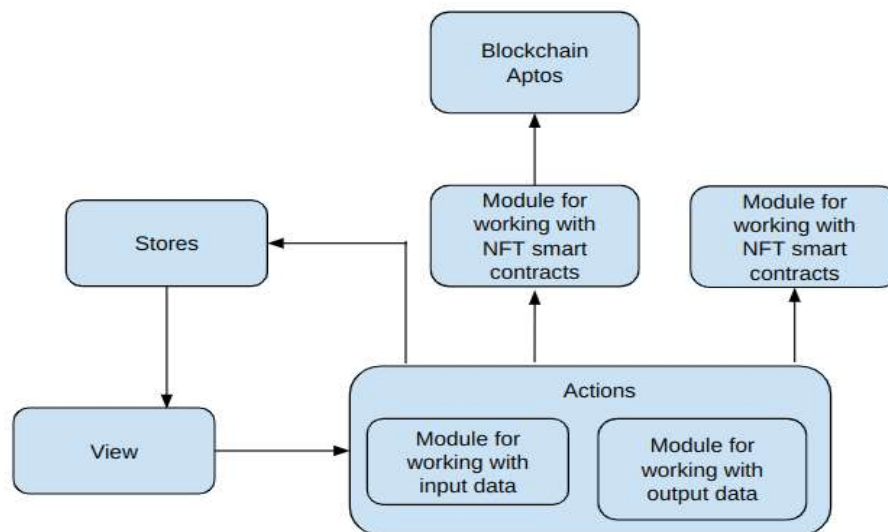


Рисунок 2.4 – Структура інформаційної технології для генерації NFT

Отже, було розроблено структуру інформаційної технології для генерації NFT. За основу для побудови архітектури було взято Flux архітектуру з концепцією «дія–сховище–представлення» та підхід управління станом додатку NgRx.

3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ NFT

3.1 Обґрунтування вибору середовища програмування

WebStorm — це інтегроване середовище розробки для кодування на JavaScript і пов'язаних з ним технологій. Так само, як IntelliJ IDEA та інші IDE JetBrains, WebStorm зробить вашу розробку приємнішою, автоматизуючи рутинну роботу та допомагаючи з легкістю вирішувати складні завдання.

Ось деякі ключові функції, які ви отримуєте з WebStorm:

— Готова підтримка JavaScript, TypeScript, React, Vue, Angular, Node.js, HTML, таблиць стилів та інших.

— Розумний редактор із доповненням коду, миттєвим виявленням помилок, безпечним рефакторингом коду та швидкою навігацією по всій кодовій базі.

— Різноманітність вбудованих інструментів розробника, які дозволяють налагоджувати та тестувати програми на стороні клієнта та Node.js, а також працювати з керуванням версіями, лінтерами, інструментами збірки, терміналом і клієнтом HTTP.

— Інструменти для ефективною командної роботи, включаючи сервіс для віддаленої спільної розробки та парного програмування, а також можливість ділитися конфігурацією проекту з іншими.

— Можливість налаштувати робоче середовище, експериментуючи з такими речами, як теми та плагіни.

Visual Studio Code — це легкий, але потужний редактор вихідного коду, який працює на робочому столі та доступний для Windows, macOS і Linux. Він поставляється з вбудованою підтримкою JavaScript, TypeScript і Node.js і має багату екосистему розширень для інших мов і середовищ виконання (таких як

C++, C#, Java, Python, PHP, Go, .NET). Почніть свою подорож із VS Code із цих вступних відео.

VSCode є популярним і, ймовірно, найкращим рішенням для досвідчених користувачів, які хочуть почати роботу. Унікальна особливість VSCode полягає в тому, що до нього можна отримати доступ через браузер. Щоб ця функція працювала, необхідно налаштувати сервер ключів у мережі, до якої користувач має доступ. Але це буде дуже корисно під час налаштування. Якщо користувач працює над великим проектом в іншій IDE, процес збирання тут може зайняти деякий час. Зазвичай, коли ви відкриваєте великі вихідні файли JS у VSCode і вам потрібно налаштувати перевірку змін у браузері безпосередньо перед їх використанням, VSCode легко обробляє ці великі файли. Git також вбудовано в IDE. Він не такий потужний, як інші редактори. Користувач може встановити багато додаткових функцій, які можуть знадобитися у вигляді тисяч розширень. Фрагменти коду інтегровані з функціями та плагінами, може знадобитися деякий час, щоб переглянути та знайти найкращі плагіни. Якщо у користувача виникли проблеми, VSCode має чудову спільноту користувачів. Мабуть, хтось мав таку ж проблему і вирішив її [10].

Sublime Text – це звичайний платний редактор коду, також доступний у безкоштовній пробній версії. Існує небагато непотрібних або незнайомих плагінів, попередньо завантажених із самого початку, але, звичайно, вони доступні для завантаження на внутрішній консолі для зручного кодування, якщо це необхідно. Наприклад, пакет SideBarEnhancements, який використовується для перейменування, переміщення, копіювання та вставлення, може знадобитися вбудувати в основний пакет функцій, і його можна завантажити, щоб увімкнути цю функцію. Sublime Text приємний тим, що він мінімалістичний, що дозволяє дуже швидко з ним працювати та завантажувати, запускати великі проекти чи файли. Функція «Знайти будь-що» унікальна тим, що її можна використовувати для пошуку імен файлів, символів і номерів рядків. Більшість середовищ розробки певною мірою надають схожу функціональність, але це забезпечує

можливість комбінування та пошуку запитів, таких як "folderName @ClassName", що є досить корисним. Функція вибору змінної виділяє всі екземпляри цієї змінної та автоматично перейменовує її шляхом перейменування всіх екземплярів, тому це звичайне завдання стає дуже спрощеним. Багато в чому Sublime Text дуже схожий на Atom. Але Sublime Text має перевагу кращої загальної продуктивності та віддачі, що чудово [11].

Переглянувши усі наведені середовища розробки було прийнято рішення використовувати IntelliJ WebStorm. В цьому середовищі інтегровані Git, Angular розмітка які використовуються в розробці інформаційної технології для для генерації NFT. Тому, це середовище розробки є найбільш зручним.

3.2 Обґрунтування вибору мови програмування

Було порівняно дві мови для реалізації:

- Java;
- JavaScript;

Java — це об'єктно-орієнтована мова програмування, випущена Sun Microsystems як основний компонент платформи Java. Мова зараз розробляється Oracle. Синтаксис мови багато в чому схожий на C і C++. В офіційній реалізації програми Java компілюються в байт-код, який під час виконання інтерпретується віртуальною машиною для певної платформи.

Oracle надає компілятор Java і віртуальну машину Java, які відповідають специфікації Java Community Process згідно з GNU General Public License.

Мова запозичила багато синтаксису з C і C++. Зокрема, за основу взято об'єктну модель C++, але вона модифікована. Виключено можливість конфліктних ситуацій, які могли виникнути через помилки програміста, спрощено процес створення об'єктно-орієнтованих програм. Кілька дій, які програмісти повинні виконувати в C/C++, призначено віртуальній машині. По-перше, Java була розроблена як платформа-незалежна мова, тому вона має менше

можливостей низького рівня для роботи з апаратним забезпеченням. Якщо такі дії необхідні, java дозволяє викликати процедури, написані на інших мовах програмування [12].

JavaScript (JS) — це динамічна об'єктно-орієнтована мова програмування-прототипу. Реалізація стандарту ECMAScript. Найчастіше використовується для створення скриптів веб-сайтів, які надають клієнту (кінцевому пристрою користувача) можливість взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними з сервером і змінювати структуру та зовнішній вигляд веб-сайту. Веб-сайт.

JavaScript класифікується як прототип (підмножина об'єктно-орієнтованої, динамічно типізованої мови програмування сценаріїв). На додаток до прототипування, JavaScript також частково підтримує інші парадигми програмування (імперативні та напівфункціональні) і деякі пов'язані архітектурні властивості, включаючи: динамічну та слабку типізацію, автоматичне керування пам'яттю, успадкування прототипів, функції як об'єкти першого класу.

JavaScript має низку функцій об'єктно-орієнтованої мови, але концепція прототипування робить його обробку об'єктів відмінною від традиційних ООП-мов. Крім того, JavaScript має багато властивостей, характерних для функціональних мов - функції як об'єкти першого класу, об'єкти як списки, karring, анонімні функції, закриття - які додають мові додаткову гнучкість.

JavaScript має синтаксис, подібний до C, але має такі фундаментальні відмінності від C — об'єкти, з можливістю інтроспекції і динамічної зміни типу через механізм прототипів

- функції як об'єкти першого класу
- автоматичне приведення типів
- автоматичне збирання сміття
- анонімні функції

JavaScript, наразі, є однією з найпопулярніших мов програмування в інтернеті. Але спочатку багато професійних програмістів скептично ставилися до мови, цільова аудиторія якої складається з програмістів-любителів. Поява AJAX змінила ситуацію та повернула увагу професійної спільноти до мови, а подальші модифікації мови за стандартами ES2015 та ES2017 внесли багато корисних можливостей, яких не вистачає для ефективного програмування. В результаті, були розроблені та покращені багато практик використання JavaScript (зокрема, тестування та налагодження), створені бібліотеки та фреймворки, поширилося використання JavaScript поза браузером [13].

Підводячи підсумки отримуємо, що Java є швидкою, потужною мовою на якій можна розробляти додатки. З іншого боку JavaScript не сильно поступається швидкістю має дуже широкий напрям розробки під усі можливі платформи, а саме Android, iOS, Windows і тд. Так як одна із задач при розробці нашого додатку є кросплатформеність, для цього чудово підійде мова програмування JavaScript.

3.3. Обґрунтування вибору фреймворку Angular

Для порівняння обрано два фреймворка:

- React,
- Angular

Angular — це платформа JavaScript із відкритим кодом, написана на TypeScript. Google підтримує його, і його основна мета — розробка односторінкових програм. Як фреймворк Angular має явні переваги, а також забезпечує стандартну структуру для роботи розробників. Це дозволяє користувачам створювати великі додатки зручним для обслуговування способом.

Angular використовує двосторонню прив'язку. Стан моделі відображає будь-які зміни, зроблені у відповідних елементах інтерфейсу користувача. І навпаки, стан інтерфейсу користувача відображає будь-які зміни в стані моделі. Ця функція дозволяє інфраструктурі підключати DOM до даних моделі через контролер.

Angular — це повноцінний фреймворк модель-представлення-контролер (MVC). Він містить чіткі вказівки щодо того, як має бути структурована програма, і пропонує двонаправлений потік даних, забезпечуючи реальний DOM. Однією з найбільших переваг є функціонал ін'єкція залежності, що дозволяє підтримувати класи компонентів чіткими та ефективними. Він не отримує дані із сервера, не перевіряє введені користувачем дані та не входить безпосередньо до консолі. Натомість він делегує такі завдання службам.

React — це бібліотека JavaScript, розроблена Facebook. Його мета — дозволити розробникам легко створювати швидкі користувацькі інтерфейси для веб-сайтів і програм. Основною концепцією React.js є віртуальний DOM. Це дерево на основі компонентів JavaScript, створених за допомогою React, яке імітує дерево DOM. Він виконує найменшу кількість маніпуляцій з DOM, щоб підтримувати ваші компоненти React в актуальному стані.

Будучи частиною мови JavaScript, використання React дає багато переваг. Продукти, створені за допомогою React, легко масштабувати, єдина мова, яка використовується на стороні сервера/клієнта/мобільного пристрою, забезпечує виняткову продуктивність, існують шаблони робочого процесу для зручної командної роботи, код інтерфейсу користувача читається та підтримується тощо.

Віртуалізуючи та зберігаючи DOM у пам'яті, React забезпечує неймовірно швидку рендеринг, при цьому всі зміни перегляду легко відображаються у віртуальному DOM. Спеціалізований алгоритм відмінностей зіставляє колишні та існуючі віртуальні стани DOM, обчислюючи найефективніший спосіб застосування нових змін, не вимагаючи надто багато оновлень. Потім вводиться

мінімальна кількість оновлень для досягнення найшвидшого часу читання/запису, що призводить до загального підвищення продуктивності.

Зміни DOM уповільнюють системи, а завдяки віртуалізації DOM ці зміни мінімізуються й оптимізуються інтелектуальним способом. Усі маніпуляції з віртуальним DOM відбуваються внутрішньо й автономно, що також дозволяє істотно заощаджувати споживання апаратних ресурсів [14].

Отже, зваживши всі переваги та недоліки обох фреймворків вирішено під час розробки додатку для генерації NFT буде використовуватись фреймворк Angular завдяки його вищому рівню швидкодії, стабільності та з готовим набором інструментів для розробки у розробці у порівнянні з бібліотекою React.

3.4 Розробка модуля View

Модуль View – це візуальний об'єкт програми, частина системи, яка безпосередньо взаємодіє з користувачем і отримує від нього вхідні дані. Цей модуль містить інтерфейс користувача та внутрішні алгоритми обробки інформації, які дозволяють коректно відображати дані. В якості таких даних зазвичай виступають моделі представлення.

Єдиним завданням View є відображення інформації та інтерфейсу на основі даних у Store для подальшої взаємодії з модулем роботи з вхідними даними.

Цей компонент сам по собі нічого не може, його можна назвати «Дурним», оскільки в ньому немає логіки обробки даних і він сам не знає, які функції використовує для обробки дій користувача. Він відповідає лише за візуальне представлення елементів інтерфейсу користувача. На цій стадії безпосередньо не виконуються обчислення, маніпуляції з даними чи зміни інтерфейсу, лише шаблон та ідентифікатори додаються до елементів шаблону для подальшої модифікації за допомогою певних контролерів.

Модуль взаємодії із користувачем відповідає за відображення інтерфейсу користувача, показ списків NFT, текстового поля вводу, поля завантаження зображення, та результатів виконання транзакцій.

3.5 Розробка модуля для роботи з вхідними даними

Модуль для роботи з вхідними даними – це частина системи, яка працює безпосередньо при взаємодії з користувачем як конкретний контролер і отримує від нього вхідні дані, взаємодіє з ним і передає результати до модуля для роботи з IPFS.

У більшості компонент складається з функцій редукторів, що містять логіку для редагування та заміни глобального стану. Це робиться шляхом створення копії старого стану, але зі змінами певних одиниць стану в результаті виклику самої функції.

Результат зміни State після виконання Reduser функції залежить саме від того з яким саме action повертається об'єкт змін нашого стану.

Даний модуль містить у собі обробник події відправлення форм та створення на основі введених даних NFT. Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з вхідними даними наведена на рисунку 3.1.

Отже функціональний модуль для роботи з вхідними даними це модуль-контроллер для користувацького інтерфейсу, який відповідає за створення та зміни вхідних даних в списках, текстових полях і img контролері.

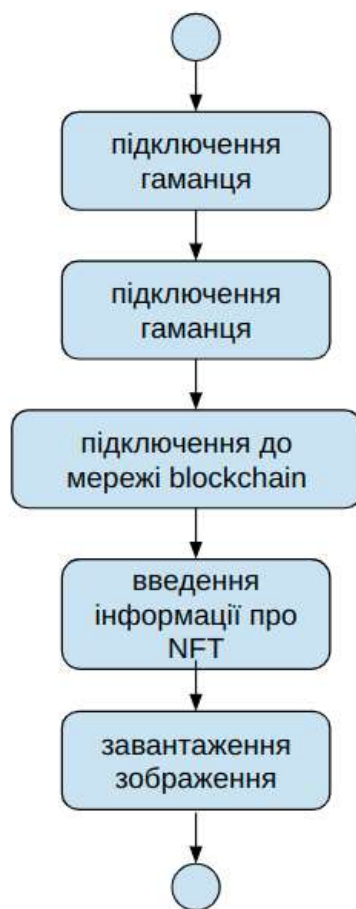


Рисунок 3.1 – Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з вхідними даними

3.6 Розробка модуля для роботи з IPFS

Модуль для роботи з блокчейн Aptos – це перехідна частина між додатком та мережею транзакцій. Завдання цього компонента – підключення до IPFS та обмін інформацією. Кожен модуль міг би самостійно взаємодіяти з сервісом, але в цьому випадку гнучкість системи була б знижена, а її подальший розвиток був би надзвичайно дорогим по затратам.

Запити на IPFS будуть побудовані завдяки HttpClient що представляє собою HTTP-клієнт, оснований на спостерігачах. Він у порівнянні з нативним

HttpClient досить спрощує роботу з запитами, а саме повертає результат уже в форматі JSON.

Одна з нових функцій модуля HttpClient – доступність перехоплювачів. Перехоплювачі знаходяться між вашою програмою і backend. З допомогою перехоплювачів можна трансформувати запит від програми до його прийняття на backend. Те ж саме стосується відповідей. Якщо з backend прилітає відповідь, перехоплювач може трансформувати його перед отриманням його в додатку.

HttpClient полегшує роботу з перехопленням помилок при запитах до віддалених серверів. Видає застереження про мережеві помилки, а API Fetch — ні. Працюючи з нативним функціоналом завжди потрібно перевіряти значення відповіді `response.ok`. Також із переваг HttpClient відслідковує за процесом завантаження даних великих розмірів і виводить результат завантаження у відсотках [18].

Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з блокчейн Aptos представлена на рисунку 3.2.

Таким чином, модуль взаємодії з блокчейн IPFS забезпечить підключення до сервісу, отримання даних гаманця, отримання результатів виконання транзакцій та передача їх до модуля view. Це виконується завдяки Post та Get запитам на сервіс з використанням технології HttpClient.

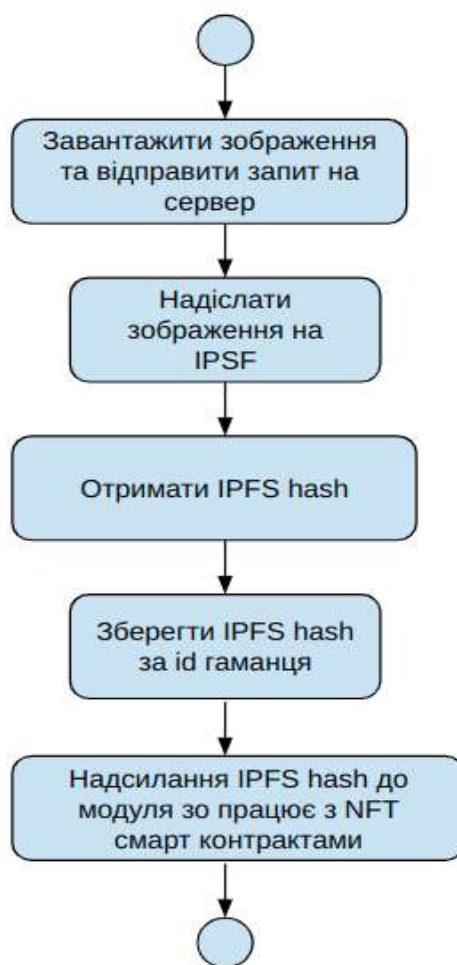


Рисунок 3.2 – Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з IPFS

3.7 Розробка модуля Store

Після завершення роботи модуля для роботи з вхідними даними та модуля для роботи з вихідними даними усі поля стану додатка оновлюються, що тягне за собою рендеринг модуля View для користувача.

Основне призначення Store - централізовано зберігати стан програми з метою контролювати всіх його процесів, що забезпечує передбачуваність роботи, стабільність системи та масштабованість.

Модуль Store у собі буде зберігати стан наступних елементів додатку:

список NFT, стан виконання транзакцій, стан текстового вводу, дані криптогаманця, ключі.

3.8 Розробка модуля даних NFT

Визначення NFT відбувається за допомогою таких властивостей:

- `description`: опис активу.
- `name`: назва активу. Він має бути унікальним у колекції
- `uri`: покажчик URL-адреси для отримання додаткової інформації про актив. Об'єктом може бути медіафайл, наприклад зображення чи відео, або інші метадані.

- `supply`: загальна кількість одиниць цього NFT. Багато NFT мають лише одну поставку, тоді як ті, що мають більше однієї, називаються випусками. Стандарт токенів визначається за такими принципами:

- `Сумісність`: надання реалізації для покращення сумісності між проектами екосистеми.

- `Ліквідність`: досягнення максимальної ліквідності, визначивши NFT, взаємозамінні і напівзамінні токени в одному контракті. Як наслідок, стає легше досягти максимальної сумісності між ринками, біржами та іншими методами обміну.

- `Стандарт токенів` забезпечує простий спосіб зберігання властивостей у мережі. Кожен токен також може мати власні значення властивостей. Ці властивості можна безпосередньо читати та записувати смарт-контрактами.

- Існує можливість додати свої властивості до `default_properties` у `TokenData`. Властивості, визначені тут, за замовчуванням використовуються спільно для всіх токенів.

- `Поле default_properties` — це сховище ключ-значення з інформацією про тип. Він використовує модуль `PropertyMap`, який містить функції для серіалізації та десеріалізації різних примітивних типів до значення властивості.

— Існує можливість використовувати властивості `token_properties`, визначені в самому токени, для налаштування в ланцюжку. Можна створити налаштовані значення для властивості цього конкретного токена, таким чином дозволяючи токени мати значення властивості, відмінне від стандартного.

Під час створення токена всі токени спочатку мають `property_version`, встановлену на 0, і ці токени можуть бути складені разом як взаємозамінний токен. Для створення NFT йому призначається унікальний `property_version` для створення нового `token_id`, щоб відрізнити його від інших взаємозамінних токенів. Цей унікальний `token_id` дозволяє токени мати власні значення властивостей, і будь-яка подальша зміна цього токена не змінює `property_version` знову. Щоб зробити мутабельність явною як для творця, так і для власника існує `mutability_config` як на рівні колекції, так і на рівні токена, щоб контролювати, які поля є змінними. Конфігурація тут означає, що творець може налаштувати це поле як змінне або незмінне під час створення.

Метадані повинні зберігатись у файлі JSON, розташованому в системі зберігання поза мережею, наприклад `arweave`, і вказати URL-адресу файлу JSON у полі `uri` токена або колекції. Схема даних поза ланцюжком ERC-1155 для форматування файлів JSON.

```

{
  "image": "https://www.arweave.net/abcd5678?ext=png",
  "animation_url": "https://www.arweave.net/efgh1234?ext=mp4",
  "external_url": "https://petra.app/",
  "attributes": [
    {
      "trait_type": "web",
      "value": "yes"
    },
    {
      "trait_type": "mobile",
      "value": "yes"
    },
    {
      "trait_type": "extension",
      "value": "yes"
    }
  ],
  "properties": {
    "files": [
      {
        "uri": "https://www.arweave.net/abcd5678?ext=png",
        "type": "image/png"
      },
      {
        "uri": "https://watch.videodelivery.net/9876jkl",
        "type": "unknown",
        "cdn": true
      },
      {
        "uri": "https://www.arweave.net/efgh1234?ext=mp4",
        "type": "video/mp4"
      }
    ],
    "category": "video",
  }
}

```

— image: URL-адреса зображення. Можна використовувати запит `?ext={file_extension}`, щоб надати інформацію про тип файлу.

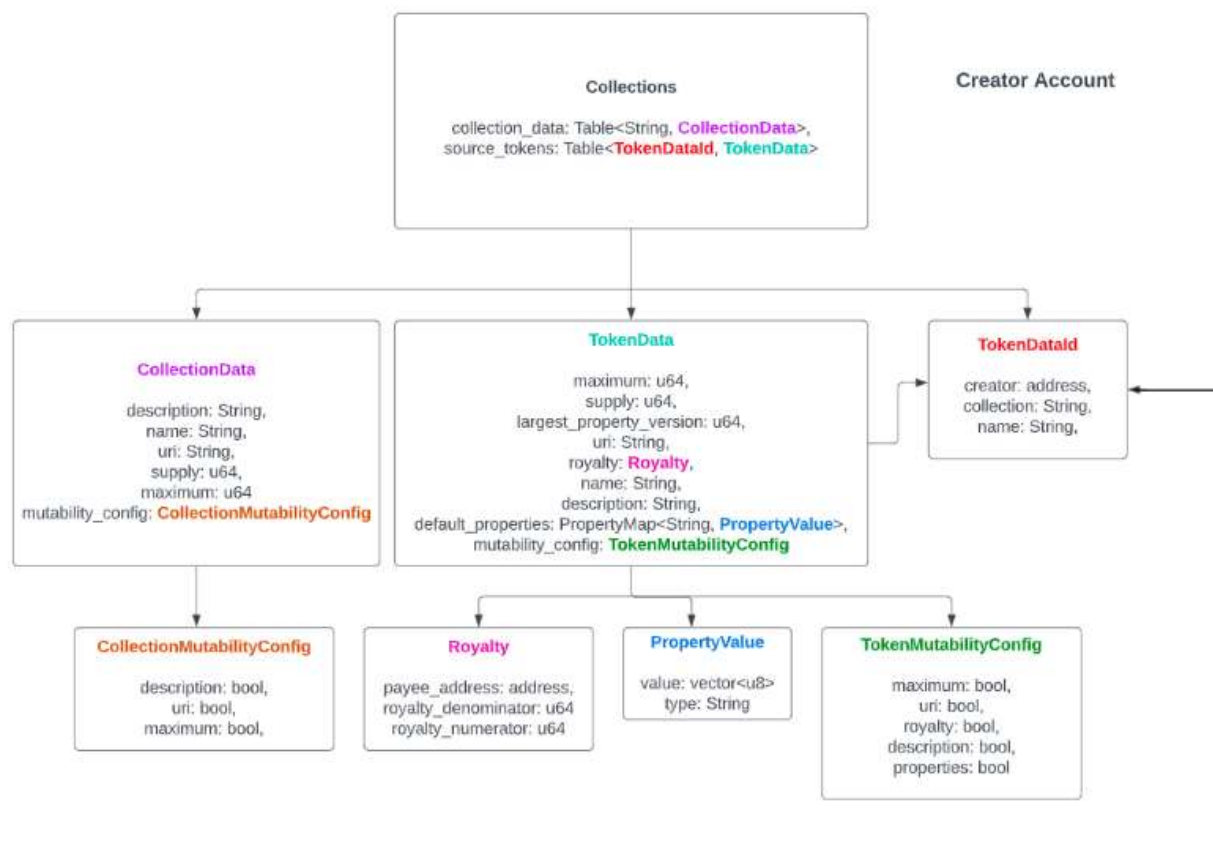
— `animation_url`: URL-адреса мультимедійного вкладення ресурсу. Можна використовувати той самий запит `file_extension`, щоб надати тип файлу.

— `external_url`: URL-адреса зовнішнього веб-сайту, де користувач також може переглянути зображення.

— `attributes` - масив об'єктів, де об'єкт повинен містити поля `trait_type` і значення. значення може бути рядком або числом.

— `properties.files`: масив об'єктів, де об'єкт має містити URI та тип файлу, який є частиною ресурсу.

На наступній діаграмі зображено потік даних токенів.



A

Рисунок 3.3 – Модель даних NFT токена

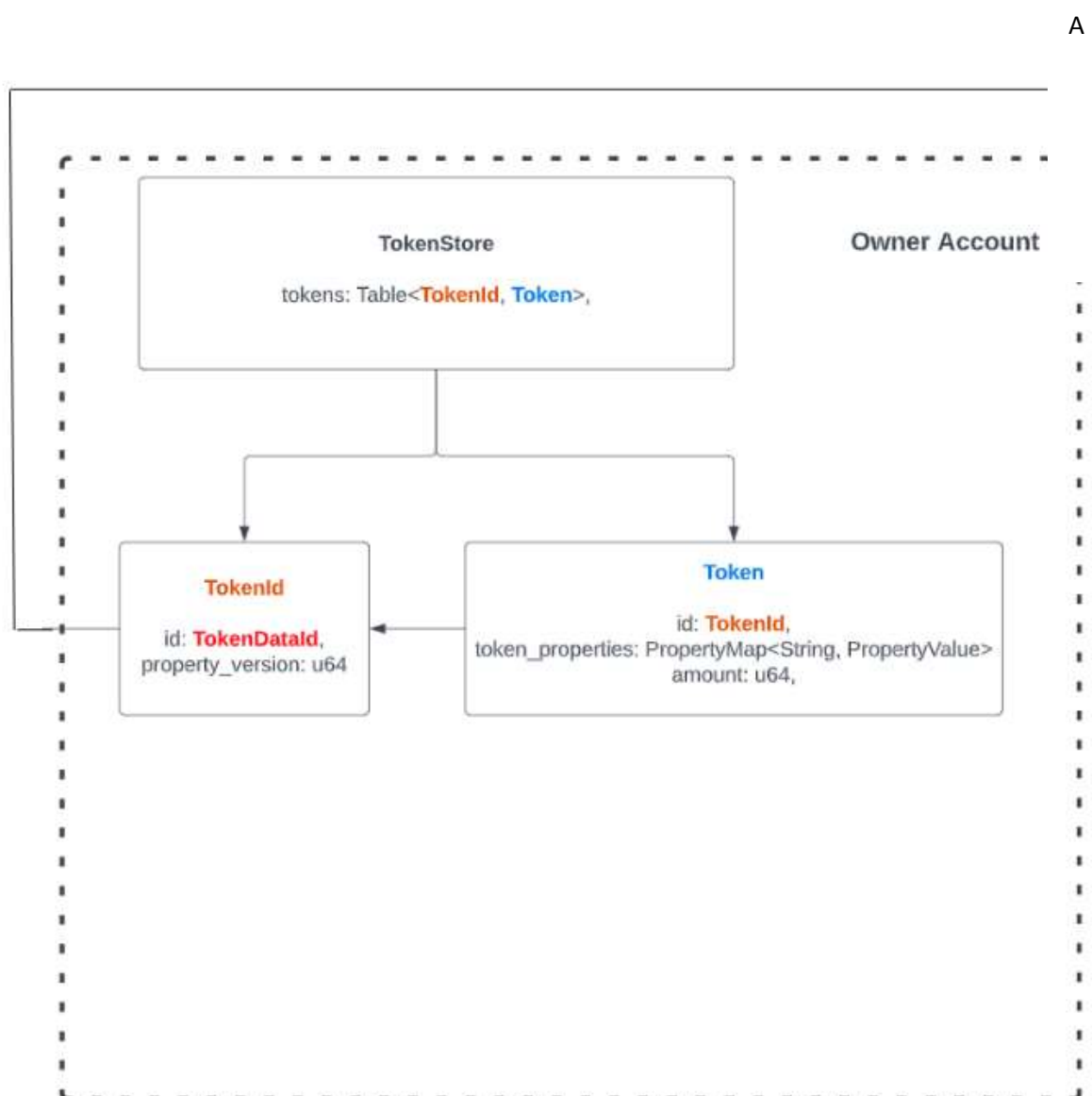


Рисунок 3.3 –Продовження

Як показано на схемі вище, дані, пов'язані з токеном, зберігаються як в обліковому записі творця, так і в обліковому записі власника.

Таблиця 3.2 - Дані які зберігає адрес творця

Опис	поля
Collection	Зберігає таблицю під назвою <code>collection_data</code> , яка зіставляє назву колекції з <code>CollectionData</code> . Він також зберігає всі <code>TokenData</code> , які створює цей автор.
CollectionData	Ресурс, що зберігається за адресою творця Зберігає метадані колекції. <code>Запас</code> — це кількість токенів, створених для поточної колекції. <code>Максимум</code> — це верхня межа токенів у цій колекції.
TokenData	Діє як основна структура для зберігання метаданих токена. Властивості — це місце, де користувачі можуть додавати власні властивості, які не визначені в даних токена. Користувачі можуть карбувати більше токенів на основі <code>TokenData</code> , і ці токени спільно використовують ті самі <code>TokenData</code> .
TokenMutabilityConfig	Контролює, які поля є змінними.
TokenDataId	Ідентифікатор, який використовується для представлення та запиту <code>TokenData</code> в ланцюжку. Цей ідентифікатор містить три поля, зокрема адресу творця, назву колекції та назву токена.
Royalty	Вказує знаменник і чисельник для розрахунку роялті. Він також містить адресу рахунку одержувача для депонування роялті.
PropertyValue	Містить як значення властивості, так і тип властивості.

Таблиця 3.3 - Модель даних NFT

поле	тип	опис
maximum	u64	Максимальна кількість токенів, які можна викарбувати в цьому TokenData; якщо максимум дорівнює 0, обмеження немає
largest_property_version	u64	Поточна найбільша версія властивостей усіх токенів із цими TokenData
supply	String	Кількість токенів із цими TokenData
uri	String	Уніфікований ідентифікатор ресурсу (uri), що вказує на файл JSON, що зберігається у сховищі поза мережею; довжина URL-адреси має бути менше 512 символів, наприклад: https://arweave.net/Fmmn4ul-7Mv6vzm7JwE69O-I-vd6Bz2QriJO1niwCh4
royalty	Royalty	Знаменник і чисельник для розрахунку роялті; він також містить адресу рахунку одержувача для внесення роялті
name	String	Назва токена, яка має бути унікальною в колекції; довжина назви має бути менше 128 символів, наприклад: « Animal #1234»
description	String	Опис токена

Таблиця 3.4 -CollectionData

поле	тип	Опис
description	String	Опис колекції токенів, наприклад: «Toad Overload»
name	String	Назва колекції, яка має бути унікальною серед усіх колекцій автора; назва також має бути менше 128 символів, наприклад: «Колекція тварин»
uri	String	URI для колекції; його довжина повинна бути менше 512 символів
supply	u64	Кількість різних записів TokenData у цій колекції
maximum	u64	Якщо maximal є ненульовим значенням, кількість створених записів TokenData має бути меншою або дорівнювати цьому максимуму. Якщо maximal дорівнює 0, мережа не відстежує поставку цієї колекції, і немає обмежень.
mutability_config	CollectionMutabilityConfig	Визначає, які поля є змінними

Мережа також забезпечує просту перевірку розміру введення та запобігає дублюванню:

- Назва токена - унікальна в кожній колекції
- Ім'я колекції - унікальне для кожного облікового запису
- Довжина назви токена та колекції - менше 128 символів
- Довжина URI - менше 512 символів
- Карта властивостей – може містити щонайбільше 1000 властивостей, і кожен ключ має бути менше 128 символів [15]

При передачі токена щоб захистити користувача від отримання небажаних NFT, йому потрібно спочатку запропонувати NFT, а потім користувачу потрібно отримати запропоновані NFT. Тоді лише ці NFT будуть розміщені в сховищі токенів користувача. Це стандартна поведінка передачі токенів.

Отже кожен токен належить до колекції. Розробнику спочатку потрібно створити колекцію за допомогою `create_collection_script`, а потім створити токен, що належить до колекції `create_token_script`. Щоб досягти паралельного створення `TokenData` та `Token`, розробник може створювати необмежену колекцію та `TokenData`, де максимальне значення колекції та `TokenData` дорівнює 0. З цим параметром контракт токена не відстежуватиме надання типів токенів (кількість `TokenData`) і постачання токена в межах кожного типу токена. Як наслідок, `TokenData` та токен можуть бути створені паралельно.

3.9 Висновок

У ході виконання розділу було проаналізовано мови програмування та обрано JavaScript з відповідним середовищем програмування – WebStorm. Розроблено основні програмні модулі мобільного додатку: View, Store, модуль для роботи з IPFS, модуль для роботи з вхідними даними. Для кожного модуля побудовано алгоритм та описаного покроково функціонал його роботи.

4 ТЕСТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕНЕРАЦІЇ NFT ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Для тестування функціональних можливостей інформаційної технології для генерації NFT було проведено близько 800 експериментальних досліджень, сутність кожного з яких полягає у тестуванні швидкості виконання транзакцій під час генерації NFT.

Було отримано такі результати.

При запуску додатку відкривається головна сторінка, як можна побачити на рисунку 4.1.

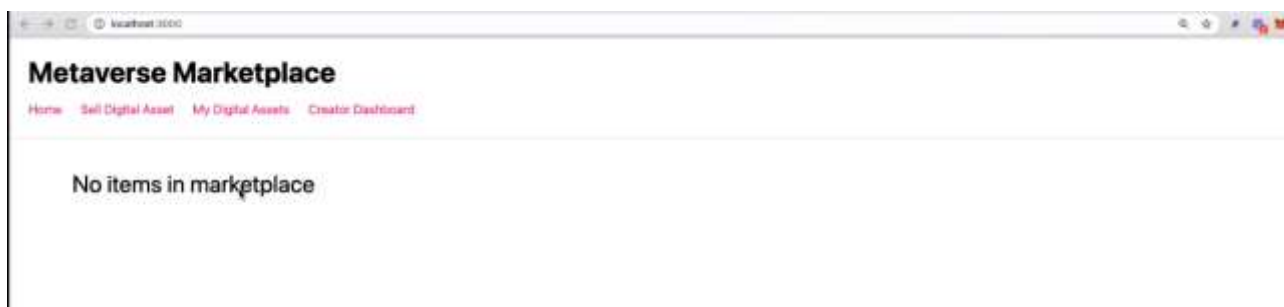


Рисунок 4.1 – Головна сторінка

На головній сторінці додатку представлено інтерфейс користувача який включає в себе навігацію по веб додатку та список NFT на гаманці.

Підключення крипто гаманця Petra Aptos Wallet представлено на рис. 4.2.

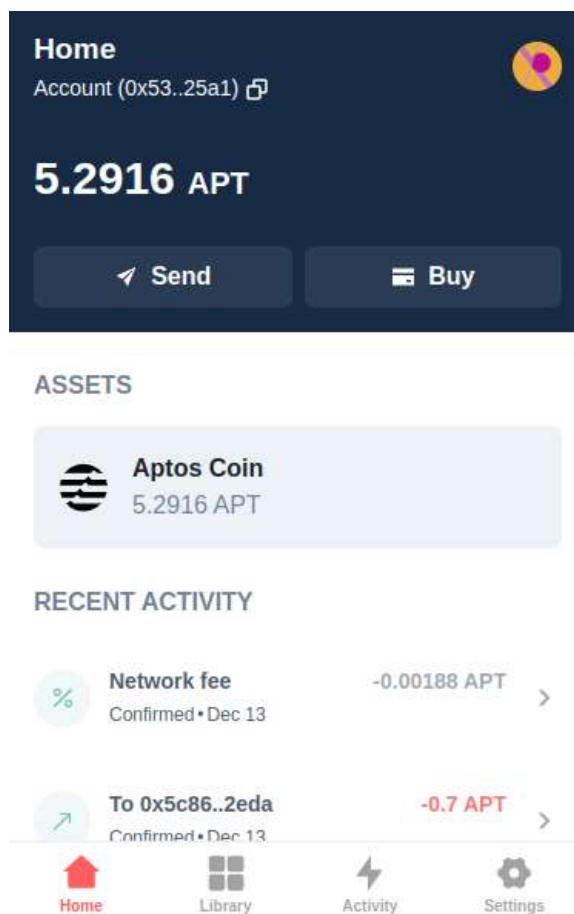


Рисунок 4.2 – Підключення до крипто гаманця Petra Aptos Wallet

Наступним кроком є перехід до сторінки створення нової NFT Представлення на рисунку 4.3.

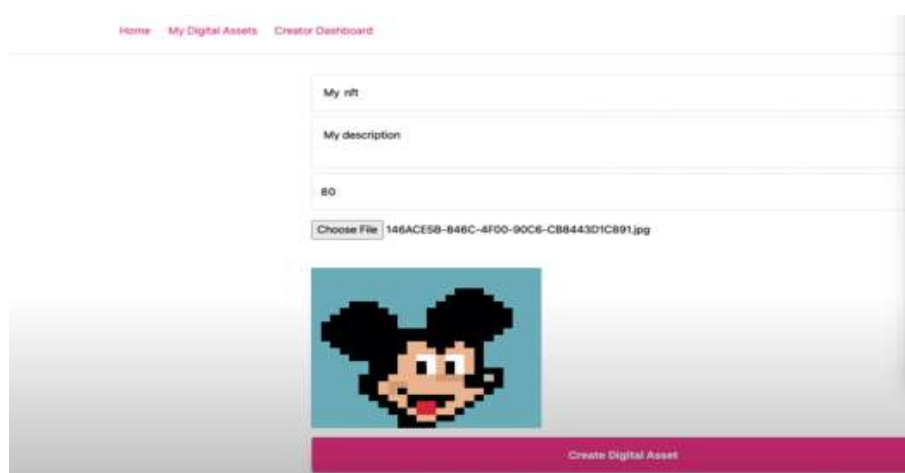


Рисунок 4.3 – Сторінка створення нової NFT

Після цього заповнюємо поля даними про NFT, завантажуюмо зображення та натискаєм на Create digital asset, у результаті отримуємо відправку запиту на виконання транзакції (рисунок 4.3).

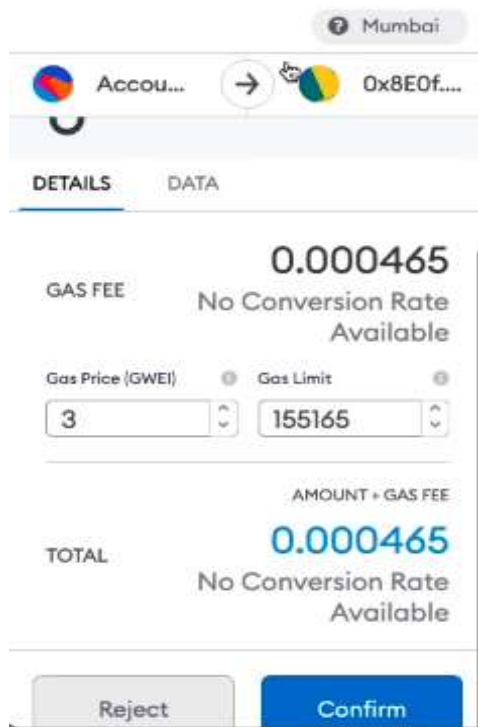


Рисунок 4.4 – Підтвердження виконання транзакції

Після натискання confirm, ми бачимо на екрані в списку NFT, щойно згенерований токен.



Рисунок 4.5 – Результат генерації NFT.

Таким чином, порівняно з аналогами, запропонований підхід до генерації NFT забезпечує такі функціональні можливості:

- швидкість виконання транзакцій;
- стабільна робота мережі;
- дешевизна транзакцій;
- високий рівень захищеності мережі;
- довговічність технології за рахунок масштабування блокчейн;
- зручний користувацький інтерфейс;

В результаті тестування було пройдено повний цикл процесу генерації, при цьому зазначено, що система працювала стабільно та швидко, не було збоїв роботи і помилок.

Інтерфейс додатку є SPA, що робить його використання максимально легким і зручним. Завдяки блокчейну Aptos ми отримали також швидку обробку транзакцій та достатню стабільну роботу мережі. Запропонований веб додаток легкий та зручний у використанні.

Таблиця 4.1 – Порівняльна таблиця результатів тестування програмного забезпечення

	Середня швидкість транзакції	Стабільність роботи	Рівень децентралізація	Дружність інтерфесу
Розроблена інформаційна технологія	4.3 сек	100%	Високий	+
OpenSea	25 сек	95%	Низький	+
Rarible	25 сек	95%	Середній	-
Super rare	120 сек	100%	Високий	+

Отже, поставлені цілі з підвищення швидкості виконання транзакцій під час генерації NFT було досягнуто, а процес генерації NFT було покращено.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота «Інформаційна технологія генерації NFT» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися інші споживачі, отримуючи при цьому певний економічний ефект. Але для цього потрібно знайти потенційного інвестора, який би взявся за реалізацію цього проекту і переконати його в економічній доцільності такого кроку.

Для наведеного випадку нами мають бути виконані такі етапи робіт:

- 1) проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, тобто встановлення її науково-технічного рівня та комерційного потенціалу;
- 2) розраховано витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) розрахована економічна ефективність науково-технічної розробки у випадку її впровадження і комерціалізації потенційним інвестором і проведено обґрунтування економічної доцільності комерціалізації потенційним інвестором.

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 5.1 [17].

Таблиця 5.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

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 працездатність 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
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
Ринкові перспективи					
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	Конкурентів 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
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

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 5.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	4	5	5
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	3	3	3
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	2	2	2
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	2	2
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	2	3	2
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	2	2	2
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	4	4	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	5	5	5
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	4	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	4	5	5
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	4	4	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	4	5	4
Сума балів	40	44	40
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	41,3		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 5.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використовуємо рекомендації, наведені в табл. 5.3 [16].

Таблиця 5.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів $СБ_c$, розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» становить 41,3 бала, що,

відповідно до таблиці 5.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

5.2 Оцінювання рівня новизни розробки

Виводячи на ринок новинку виробник вважає, що тієї новизни, якою наділена нова розробка є достатньо для того, щоб вона була сприйнята споживачем як нова. Але це не завжди так, в силу того, що споживач і виробник неоднозначно визначають її рівень новизни. Тому доцільним є визначення рівня новизни розробки отриманої в результаті досліджень за темою «Інформаційна технологія генерації NFT».

Саме визначення рівня і ступеня інтегральної новизни є найбільш актуальним, оскільки її рівень визначає ступінь однакового позитивного сприйняття новизни розробки як виробником, так і споживачем, а отже і ринком в цілому, а це, у свою чергу, є гарантією того, що новинка знайде своє місце на ринку, користуватиметься попитом у споживачів і забезпечить відшкодування витрат, зазнаних товаровиробником під час розроблення та виробництва технічної розробки [16].

Рівень новизни нової продукції розраховуємо експертним методом шляхом протиставлення нової продукції та її аналогів, що існують в даний час на ринку, за чинниками що визначають її значення, в системі «краще-гірше». Рівень новизни встановлюємо відносно рівня аналога (або продукту, що досить близький до аналога).

Для визначення i -го виду новизни, застосуємо чинники, які впливають на її рівень. Кожен чинник i -го виду новизни розраховуємо в балах. Більша кількість набраних балів свідчить про більший рівень новизни. Для оцінювання рівня новизни використаємо думки експертів, які встановлюють визначені бали відповідним чинникам. Бал відповідності проставляється в діапазоні від (-5 –

значно гірше аналога до +5 – значно краще аналога). Результати попереднього оцінювання зведемо до відповідного листа оцінювання (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – Лист оцінювання рівня новизни експертами

Види та чинники		Бали та експерти		
		Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
<i>I</i>		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Споживча новизна	Питома вага 0,26	Максимальний бал $B_{i MAX}$		25
1. Зміна поведінкових звичок споживача		4	4	4
2. Ступінь задоволення потреб і запитів		4	4	4
3. Спосіб задоволення потреби		4	4	4
4. Формування нової потреби		4	4	4
5. Формування нового споживача		1	1	1
Середній бал експертів $B_{i omp}$		17		
Товарна новизна	Питома вага 0,21	Максимальний бал $B_{i MAX}$		30
1. Параметричні зміни показників продукції				
1.1. Якісні		4	4	4
1.2. Технічні		3	4	3
1.3. Економічні		3	3	3
1.4. Сервісні		4	4	4
2. Якість продукції по відношенню до конкурентів		3	3	3
3. Функціональні зміни		4	4	4
Середній бал експертів $B_{i omp}$		21		
Виробнича новизна	Питома вага 0,014	Максимальний бал $B_{i MAX}$		25
1. Рівень унікальності товару для підприємства		5	5	5
2. Рівень унікальності для галузі		3	3	3
3. Рівень унікальності товару для країни		1	1	1
4. Зміна виробничої системи		4	4	4
5. Відносно існуючого асортименту		3	2	3
Середній бал експертів $B_{i omp}$		16		
Прогресивна новизна	Питома вага 0,2	Максимальний бал $B_{i MAX}$		25
1. Зміна технології виготовлення		4	4	4
2. Рівень застосування нових компонентів і матеріалів		2	2	2
3. Зміна технологічного принципу дії виробу		1	2	1
4. Зміна конструктивного виконання		3	3	3
5. Рівень застосування інновацій		2	2	2
Середній бал експертів $B_{i omp}$		12		

Ринкова новизна	Питома вага 0,1	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		20
1. Новий виріб на новому ринку		0	0	0
2. Новий виріб на відомому ринку		4	4	4
3. Модернізований виріб		2	2	2
4. Нова модель		1	1	1
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		7		
Екологічна новизна	Питома вага 0,035	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		20
1. Рівень екологічної чистоти технології виробництва		5	5	5
2. Рівень впровадження мало- та безвідходних технологій		5	5	5
3. Рівень екологічно небезпечних режимів експлуатації продукції		5	5	5
4. Рівень забруднення навколишнього середовища		5	5	5
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		20		
Соціальна новизна	Питома вага 0,036	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		20
1. Використання нового товару приводить до покращення стану здоров'я нації		0	0	0
2. Використання нового товару приводить до зростання доходів населення		0	0	0
3. Виробництво нового товару приводить до збільшення (зменшення) кількості робочих місць на підприємстві		4	5	4
4. Виробництво нового товару приводить до підвищення кваліфікації персоналу		3	3	3
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		7		
Маркетингова новизна	Питома вага 0,145	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		20
1. Нові методи маркетингових досліджень		0	0	0
2. Вживання нових стратегій сегментації ринку		3	3	3
3. Вибір нової маркетингової стратегії обхвату і розвитку цільового сегмента		1	1	1
4. Побудова нових каналів збуту		2	1	1
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		5		

Значення i -го виду новизни розрахуємо за формулою [16]:

$$I_i = \frac{B_{i\ omp}}{B_{i\ MAX}}, \quad (5.1)$$

де $B_{i\ omp}$ – отримана кількість балів за шкалою оцінок чинників, що визначають i -й вид новизни;

$B_{i\ MAX}$ – максимальна кількість балів, що може бути отримана за i -м видом новизни.

Загальний рівень інтегральної новизни розраховуємо шляхом перемноження отриманого значення i -го виду новизни на її вагомість, причому вагомість i -го виду новизни визначаємо експертним методом, за формулою [16]:

$$N_{инт} = \sum_i^n W_i \cdot I_i, \quad (5.2)$$

де $N_{инт}$ – рівень інтегральної (сукупної) новизни;

W_i – вагомість (питома вага) i -го виду новизни;

n – загальна кількість видів новизни.

$$N_{инт} = (0,26 \cdot 17/25) + (0,21 \cdot 21/30) + (0,014 \cdot 16/25) + (0,2 \cdot 12/25) + (0,1 \cdot 7/20) + (0,035 \cdot 20/20) + (0,036 \cdot 7/20) + (0,145 \cdot 5/20) = 0,555.$$

Отримане значення інтегрального рівня новизни зіставляємо зі шкалою, що наведена в табл. 5.5 [17].

Таблиця 5.5 – Рівні новизни нового товару та їхня характеристика

Рівні новизни товару	Значення інтегральної новизни	Характеристика товару	Вид нового товару
Найвища	1,00	Абсолютно новий товар	Новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар)
Висока	0,8...0,99	Товар, який не має аналогів	
Значуща	0,6...0,79	Принципова зміна споживчих властивостей товару	
Достатня	0,4...0,59	Принципова технологічна модифікація товару	
Незначна	0,2...0,39	Кардинальна зміна параметрів	Новий товар
Помилкова	0,00...0,19	Малоістотна модифікація	

Згідно таблиці 5.5 розробка відповідає рівню при значенні інтегральної новизни 0,555 - достатня новизна; за характеристикою: принципова технологічна модифікація товару; вид розробки - новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар).

5.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія генерації NFT», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

5.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [17]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (5.3)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21$ дні.

$$Z_o = 17800,00 \cdot 36 / 21 = 30514,29 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.6 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	17800,00	847,62	36	30514,29
Інженер-дослідник (інженер розробник програмного забезпечення)	17250,00	821,43	32	26285,71
Консультант (фахівець дослідження невзаємозамінних токенів, цифрових сертифікатів, що зберігаються в блокчейні)	17750,00	845,24	7	5916,67
Лаборант	6845,00	325,95	14	4563,33
Всього				67280,00

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Інформаційна технологія генерації NFT» розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (5.4)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (5.5)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6700,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б)[17];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot 1,10 \cdot 1,65 / (21 \cdot 8) = 72,38 \text{ грн.}$$

$$Z_{pl} = 72,38 \cdot 6,00 = 434,30 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.7 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Розміщення комп'ютерного обладнання	6,00	2	1,10	72,38	434,30
Інсталяція програмного забезпечення для розробки інформаційної технології генерації NFT	6,20	5	1,70	111,87	693,57
Підготовка автоматизованого робочого місця розробника ПЗ	3,50	2	1,10	72,38	253,34
Компіляція програмних блоків	16,00	4	1,50	98,71	1579,29
Налагодження програмних блоків	5,20	5	1,70	111,87	581,70
Тестування системи	8,30	3	1,35	88,83	737,33
Всього					4279,54

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (5.6)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 10%.

$$Z_{\text{дод}} = (67280,00 + 4279,54) \cdot 10 / 100\% = 7155,95 \text{ грн.}$$

5.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зн}}}{100\%} \quad (5.7)$$

де $H_{\text{зн}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (67280,00 + 4279,54 + 7155,95) \cdot 22 / 100\% = 17317,41 \text{ грн.}$$

5.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Інформаційна технологія генерації NFT».

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_{\text{м}j} \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_j, \quad (5.8)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 2,0 \cdot 245,00 \cdot 1,12 - 0 \cdot 0 = 548,80 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.8 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Офісний папір Ultra Plus	245,00	2,0	0	0	548,80
Папір для записів Light A5	78,00	4,0	0	0	349,44
Органайзер офісний	138,00	3,0	0	0	463,68
Канцелярське приладдя (набір офісного працівника)	175,00	2,0	0	0	392,00
Картридж для принтера Erixon EZ2500	2620,00	1,0	0	0	2934,40
Диск оптичний NewOPTice CD-RW	12,00	4,0	0	0	53,76
Flesh-пам'ять Kingston 32 GB	182,00	1,0	0	0	203,84
Тека для паперів	98,00	3,0	0	0	329,28
Всього					5275,20

5.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_e), які використовують при проведенні НДР на тему «Інформаційна технологія генерації NFT» відсутні.

5.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (5.9)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{спец}} = 40281,00 \cdot 1 \cdot 1,11 = 44711,91 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.9 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Комп'ютер Vinga Wolverine A5003 (I5M16G3060T.A5003)	1	40281,00	44711,91
Всього			44711,91

5.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инпр}} \cdot C_{\text{прог.і}} \cdot K_i, \quad (5.10)$$

де $C_{\text{инпр}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прог.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прог}} = 5890,00 \cdot 1 \cdot 1,11 = 6537,90 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Пакет забезпечення мови розробки JavaScript	1	5890,00	6537,90
Середовище розробки WebStorm 2022.3	1	4380,00	4861,80
Фреймворк Angular v13	1	3470,00	3851,70
Абонентна плата доступу до мережі Internet	1	620,00	688,20

Всього	15939,60
--------	----------

5.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_б}{T_в} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (5.11)$$

де $Ц_б$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_в$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (7280,00 \cdot 2) / (2 \cdot 12) = 606,67 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Обладнання доступу до мережі Internet	7280,00	2	2	606,67
Обладнання виводу інформації Лазерний принтер EPSON LaserJet Pro	6699,00	4	2	279,13

M102w с Wi-Fi (G3Q35A)				
Робоче місце інженера-дослідника спеціалізоване	7462,00	5	2	248,73
Офісна оргтехніка	7634,00	5	2	254,47
Приміщення лабораторії досліджень	621000,00	20	2	5175,00
ОС Linux: Ubuntu 20.04	6520,00	2	2	543,33
Всього				7107,33

5.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (5.12)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 6,20$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,36 \cdot 280,0 \cdot 6,20 \cdot 0,95 / 0,97 = 624,96 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.12 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
-------------------------	-----------------------------	------------------------	-----------

Комп'ютер Vinga Wolverine A5003 (I5M16G3060T.A5003)	0,36	280,0	624,96
Обладнання доступу до мережі Internet	0,03	280,0	52,08
Обладнання виводу інформації Лазерний принтер EPSON LaserJet Pro M102w с Wi-Fi (G3Q35A)	0,25	22,0	34,10
Робоче місце інженера-дослідника спеціалізоване	0,11	280,0	190,96
Офісна оргтехніка	0,62	2,0	7,69
Всього			909,79

5.3.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія генерації NFT» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cb} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cb}}{100\%}, \quad (5.13)$$

де H_{cb} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{cb} = 20\%$.

$$B_{cb} = (67280,00 + 4279,54) \cdot 20 / 100\% = 14311,91 \text{ грн.}$$

5.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (5.14)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийmemo $H_{cn} = 30\%$.

$$B_{cn} = (67280,00 + 4279,54) \cdot 30 / 100\% = 21467,86 \text{ грн.}$$

4.3.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_s = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{iv}}{100\%}, \quad (5.15)$$

де H_{iv} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{iv} = 50\%$.

$$I_s = (67280,00 + 4279,54) \cdot 50 / 100\% = 35779,77 \text{ грн.}$$

5.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загально виробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (5.16)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загально виробничі) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 100\%$.

$$B_{нзв} = (67280,00 + 4279,54) \cdot 100 / 100\% = 71559,54 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія генерації NFT» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{доп} + Z_n + M + K_e + B_{студ} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_e + B_{нзв}. \quad (5.17)$$

$$B_{заг} = 67280,00 + 4279,54 + 7155,95 + 17317,41 + 5275,20 + 0,00 + 44711,91 + 15939,60 + 7107,33 + 909,79 + 14311,91 + 21467,86 + 35779,77 + 71559,54 = 313095,79 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (5.18)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta = 0,9$.

$$ZB = 313095,79 / 0,9 = 347884,21 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» передбачають комерціалізацію протягом 4-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати:

ΔN – збільшення кількості споживачів яким надається відповідна інформаційна послуга у періоди часу, що аналізуються;

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
Збільшення кількості споживачів, осіб	5000	10000	12000	10000

N – кількість споживачів яким надавалась відповідна інформаційна послуга у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 50000 осіб;

C_o – вартість послуги у році до впровадження інформаційної системи, прийmemo 350,00 грн;

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості послуги від впровадження результатів, прийmemo зростання на 62,50 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із 4-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [17]:

$$\Delta \Pi_i = (\pm \Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{100}\right), \quad (5.19)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2022 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту).

Прийmemo $\rho = 40\%$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2022 році $\vartheta = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (62,50 \cdot 50000,00 + 412,50 \cdot 5000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 1412245,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (62,50 \cdot 50000,00 + 412,50 \cdot 15000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 2535235,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (62,50 \cdot 50000,00 + 412,50 \cdot 27000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 3882823,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 4-го року:

$$\Delta\Pi_4 = (62,50 \cdot 50000,00 + 412,50 \cdot 37000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 5005813,00 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi\Pi$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$\Pi\Pi = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (5.20)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau = 0,27$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} III &= 1412245,00/(1+0,27)^1 + 2535235,00/(1+0,27)^2 + 3882823,00/(1+0,27)^3 + \\ &+ 5005813,00/(1+0,27)^4 = 1112003,94 + 1571848,84 + 1895555,18 + 1924242,21 = \\ &= 6503650,17 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$BB^r = k_{\text{інв}} \cdot \quad , \quad (5.21)$$

де $k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{\text{інв}} = 2,1$;

ZB – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 347884,21 грн.

$$BB^r = k_{\text{інв}} \cdot \quad = 2,1 \cdot 347884,21 = 730556,84 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект $E_{\text{абс}}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{\text{абс}} = III - PV \quad (5.22)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 6503650,17 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 730556,84 грн.

$$E_{абс} = ПП - PV = 6503650,17 - 730556,84 = 5773093,33 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій $E_{в}$, які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_{в} = \sqrt[T_{жс}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (5.23)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 5773093,33 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 730556,84 грн;

$T_{жс}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 4 роки.

$$E_{в} = \sqrt[4]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = (1 + 5773093,33/730556,84)^{1/4} = 0,73.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій $\tau_{мін}$:

$$\tau_{мін} = d + f, \quad (5.24)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022 році в Україні $d=0,12$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,31.

$\tau_{\min} = 0,12 + 0,31 = 0,43 < 0,73$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_{π} , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_{\pi}}, \quad (5.25)$$

де E_{π} – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,73 = 1,37 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Висновки

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» становить 41,3 бала, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Також термін окупності становить 1,37 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Інформаційна технологія генерації NFT».

ВИСНОВКИ

Під час роботи над магістерською кваліфікаційною роботою було визначено актуальність розробки інформаційної системи для генерації NFT.

Поставлене завдання перед магістерською кваліфікаційною роботою виконано у повному обсязі, а саме: мова програмування – мультипарадигмена забезпечує можливість маніпулювання і управління блокчейн даними, а також дає можливість реалізації клієнт частини; кількість слів опису NFT від 0 до 100; вага зображення - від 1 до 4 мб; один користувач одночасно може згенерувати лише одне NFT; Час виконання транзакції - 4.3 сек.; інтерфейс користувача є інтуїтивно зрозумілим

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз технічних рішень генерації NFT, проаналізовано та обгрунтовано переваги та недоліки існуючих сучасних засобів для генерації NFT, проведено аналіз сучасних блокчейнів при генерації NFT. З метою збільшення швидкості генерації NFT при виконанні транзакцій було обрано блокчейн Aptos, що характеризується гнучкою та модульною архітектурою, а також конвеєрною, паралельною обробкою транзакцій на основі механізму Block-STM та консенсусу PoAv при значних навантаженнях на мережу, при цьому не втрачаючи рівня безпеки та ефективності її роботи.

Деталізовано сценарій генерації, та на основі цього сценарію удосконалено метод генерації NFT за рахунок використання блокчейну Aptos, що забезпечує збільшення швидкості виконання транзакцій. А також удосконалено інформаційну технологію за рахунок впровадження Flux підходу для роботи з IPFS та смарт-контрактами, що дає можливість підвищити швидкодію та забезпечує стабільність роботи під час генерації NFT.

Також було розроблено структуру інформаційної технології для генерації NFT. За основу для побудови архітектури було взято Flux архітектуру з

концепцією «дія–сховище–представлення» та підхід управління станом додатку NgRx.

Проаналізовано мови програмування та обрано JavaScript, а відповідним середовищем програмування обрано WebStorm. При цьому на основі аналізу існуючих фреймворків було обрано Angular. Розроблено основні програмні модулі інформаційної технології. Для кожного модуля побудовано алгоритм та описаного покроково функціонал його роботи.

В результаті проведення експериментальних досліджень було пройдено повний цикл процесу генерації зі зміною ваги зображень в межах від 1 мб до 4, кількості слів опису від 0 до 100 слів, формат зображення - png/jpeg, що відповідає завданню на магістерську кваліфікаційну роботу.

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія генерації NFT» становить 41,3 бала при нормі 21-30, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Також термін окупності становить 1,37 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Всі задачі поставлені перед магістерською кваліфікаційною роботою виконано у повному обсязі. Мету магістерської роботи – покращення швидкості генерації процесу генерації NFT було досягнуто.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савчук Т. О., Гриценюк О.В., Розробка структури інформаційної технології генерації NFT,, X Міжнародна науково-практична конференція SCIENCE AND INNOVATION OF MODERN WORLD, London, United Kingdom 26-28 October 2022 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/10/SCIENCE-AND-INNOVATION-OF-MODERN-WORLD-26-28.10.22.pdf>
2. Свідоцтво на отримання авторського права на комп'ютерну програму “ Інформаційна технологія генерації NFT ” (номер 115765, 18 листопада 2022 р.)
3. Савчук Т. О., Гриценюк О.В., Інформаційна технологія генерації NFT. Computer Science and Applied Mathematics
4. Build on BNB Chain [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://docs.bnbchain.org/docs/bnbIntro>
5. What is Solana and how it work [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://minfin.com.ua/ua/invest/articles/shcho-take-solana/>
6. Aptos: самый децентрализованный блокчейн в мире [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ixbt.com/live/sw/Aptos-samyu-decentralizovannyy-bokcheyn-v-mire-stavim-nodu-i-uchastvuem-v-testnete.html>
7. Blockclique: Scaling Blockchains through Transaction Sharding in a Multithreaded Block Graph [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1803.09029.pdf>
8. NgRx is a framework for building reactive applications in Angular [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ngrx.io/docs>
9. IPFS is a distributed system [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.ipfs.tech/concepts/what-is-ipfs/>
10. Getting started with WebStorm [Електронний ресурс] : echo / Режим доступу: <https://www.jetbrains.com/help/webstorm/getting-started-with-webstorm.html>

11. Visual Studio Code Tips and Tricks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: до ресурсу: <https://code.visualstudio.com/docs/getstarted/tips-and-tricks>
12. How to Use Sublime Text: A Quick Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://kinsta.com/blog/how-to-use-sublime-text/>
13. Java is a powerful general-purpose programming language. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.programiz.com/java-programming>
14. What is the Javascript programming language?[Електронний ресурс]. – Режим доступу: до ресурсу:
15. <https://acloudguru.com/blog/engineering/what-is-the-javascript-programming-language>
16. React vs Vue vs Angular [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/auriga/blog/703836/>
17. Aptos Token [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aptos.dev/concepts/coin-and-token/aptos-token/>
18. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепка – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 113 с.
19. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Результат перевірки на плагіат в онлайн-системі UNICHECK



Ім'я користувача:
Озеранський В.С. КН

ID перевірки:
1013327398

Дата перевірки:
19.12.2022 11:23:05 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
19.12.2022 11:27:12 EET

ID користувача:
62038

Назва документа: 122МКР-ГриценюкОВ2022

Кількість сторінок: 45 Кількість слів: 7382 Кількість символів: 55514 Розмір файлу: 755,59 KB ID файлу: 1013086948

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

9.18%
Схожість

Найбільша схожість: 9.18% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1008367762)

Не знайдено джерел з Інтернету

9.18% Джерела з Бібліотеки

1

Сторінка 47

1.08% Цитат

Цитати

2

Сторінка 48

Не знайдено жодних посилань

5.69%
Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 5%)

1.18% Вилучення з Інтернету

15

Сторінка 49

5.69% Вилученого тексту з Бібліотеки

178

Сторінка 49

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

7

Підозріле форматування

7

сторінок

Додаток Б

Лістинг програми

```
export class AuctionClient {

  restClient: RestClient;

  constructor(restClient: RestClient) {

    this.restClient = restClient;

  }

  async submitTransactionHelper(account: Account, payload: Record<string, any>) {

    const txn_request = await this.restClient.generateTransaction(account.address(),
payload)

    const signed_txn = await this.restClient.signTransaction(account, txn_request)

    const res = await this.restClient.submitTransaction(signed_txn)

    await this.restClient.waitForTransaction(res["hash"])

    return res["hash"];

  }

  async initAuction(account: Account, creator: string, collectionName: string, tokenName:
string, minBid: number, duration: number) {

    const payload: { function: string; arguments: string[]; type: string; type_arguments:
any[] } = {

      type: "script_function_payload",

      function: `${contractAddress}::AuctionHouse::initialize_auction`,

      type_arguments: [],

      arguments: [

        creator,

        Buffer.from(collectionName).toString("hex"),
```

```

        Buffer.from(tokenName).toString("hex"),

        minBid.toString(),

        duration.toString(),

    ]

};

return await this.submitTransactionHelper(account, payload);

}

async bid(account: Account, seller: string, creator: string, collectionName: string,
tokenName: string, bid: number) {

    const payload: { function: string; arguments: string[]; type: string; type_arguments:
any[] } = {

        type: "script_function_payload",

        function: `${contractAddress}::AuctionHouse::bid`,

        type_arguments: [],

        arguments: [

            seller,

            creator,

            Buffer.from(collectionName).toString("hex"),

            Buffer.from(tokenName).toString("hex"),

            bid.toString(),

        ]

    };

    return await this.submitTransactionHelper(account, payload);

}

async claimToken(account: Account, seller: string, creator: string, collectionName:
string, tokenName: string) {

    const payload: { function: string; arguments: string[]; type: string; type_arguments:
any[] } = {

```

```

    type: "script_function_payload",
    function: `${contractAddress}::AuctionHouse::claim_token`,
    type_arguments: [],
    arguments: [
        seller,
        creator,
        Buffer.from(collectionName).toString("hex"),
        Buffer.from(tokenName).toString("hex"),
    ]
};

return await this.submitTransactionHelper(account, payload);
}

async claimCoins(account: Account, creator: string, collectionName: string, tokenName:
string) {
    const payload: { function: string; arguments: string[]; type: string; type_arguments:
any[] } = {
        type: "script_function_payload",
        function: `${contractAddress}::AuctionHouse::claim_coins`,
        type_arguments: [],
        arguments: [
            creator,
            Buffer.from(collectionName).toString("hex"),
            Buffer.from(tokenName).toString("hex"),
        ]
    };

    return await this.submitTransactionHelper(account, payload);
}

```

Додаток В

89

Додаток В

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ГЕНЕРАЦІЇ NFT**

Виконав: студент 2-го курсу,
групи 2КН-22м

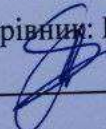
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Гриценюк О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: PhD, проф. каф. КН



Савчук Т. О.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2022 р.

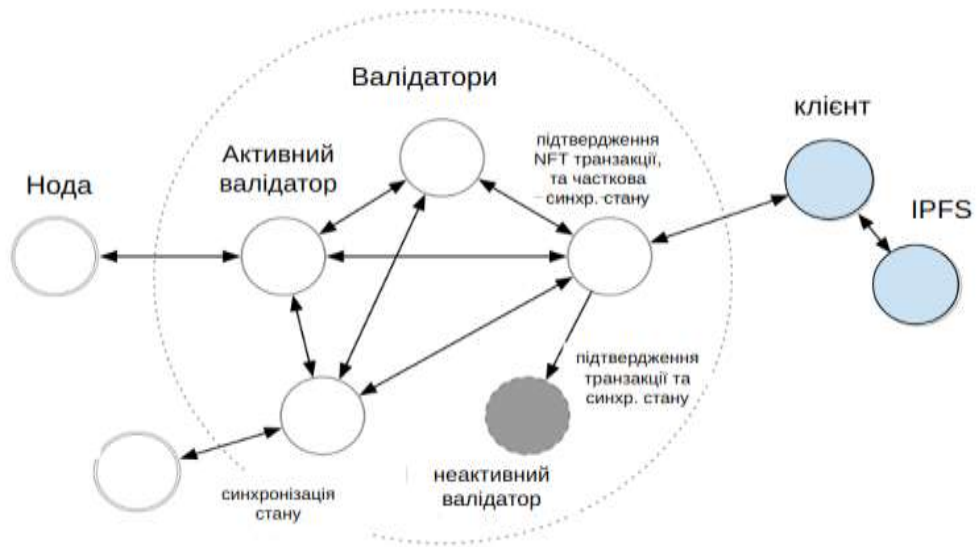


Рисунок В.1 - Архітектура Aptos при генерації NFT

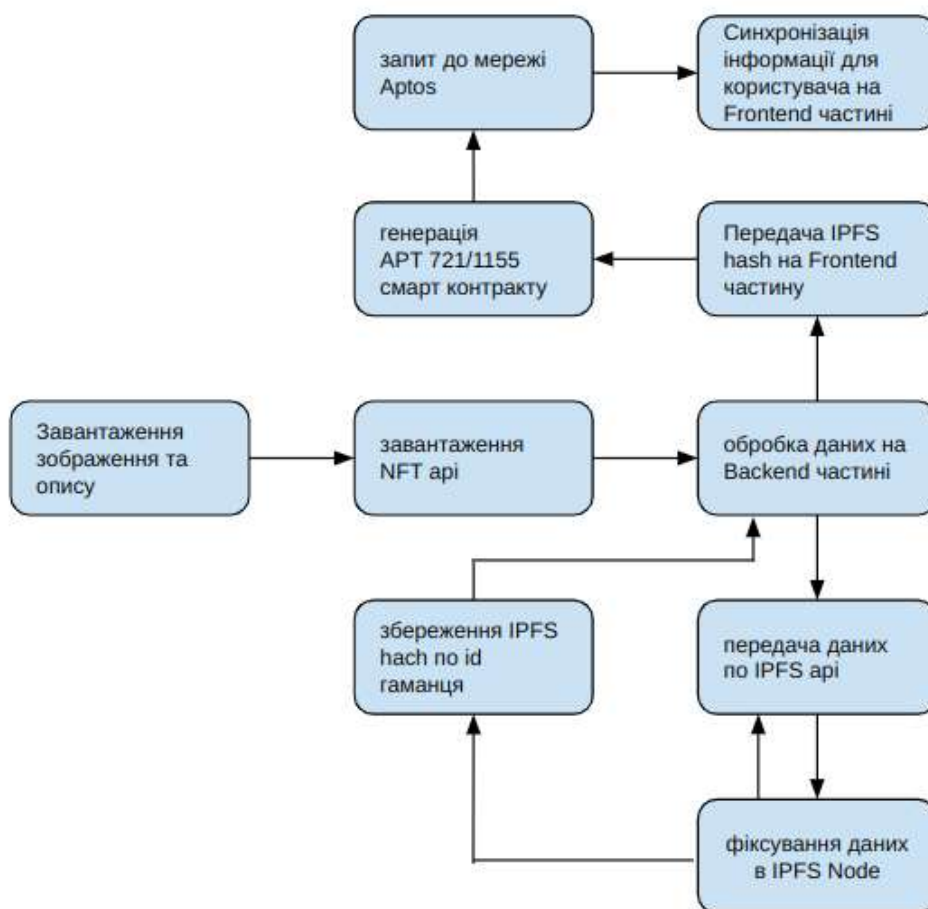


Рисунок В.2 – Загальна схема моделі генерації NFT

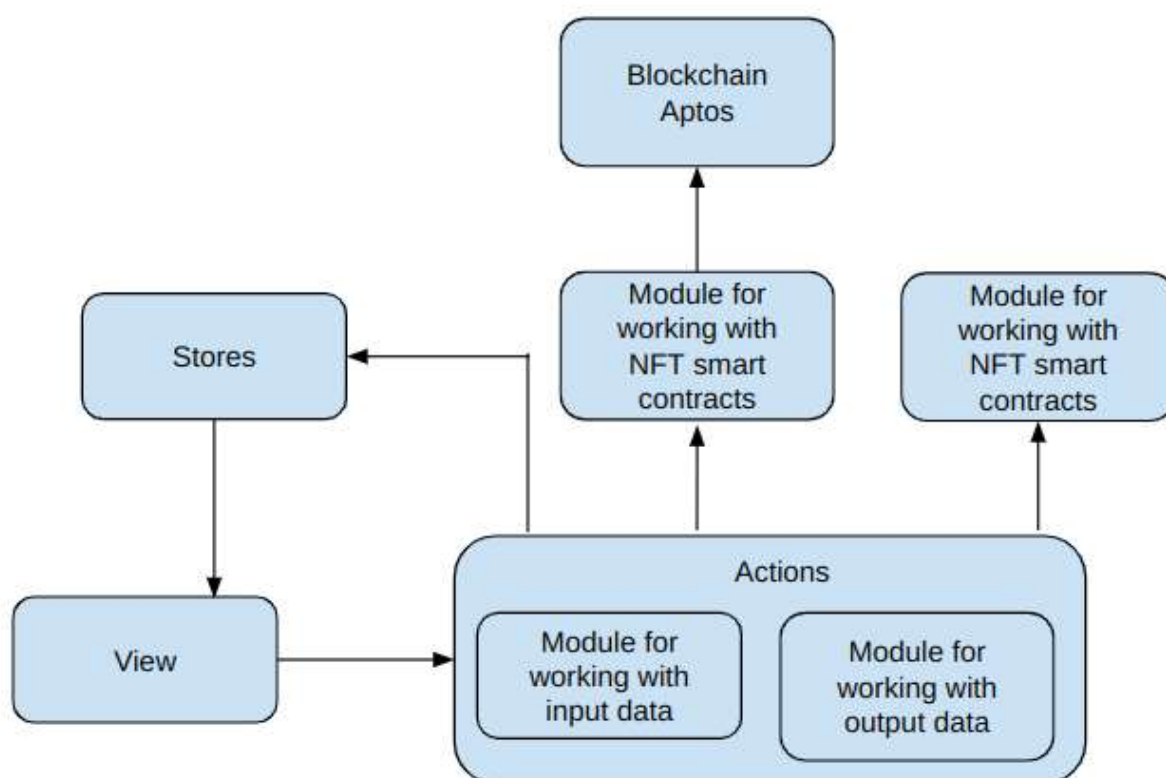


Рисунок В.3 – Структура інформаційної технології для генерації NFT

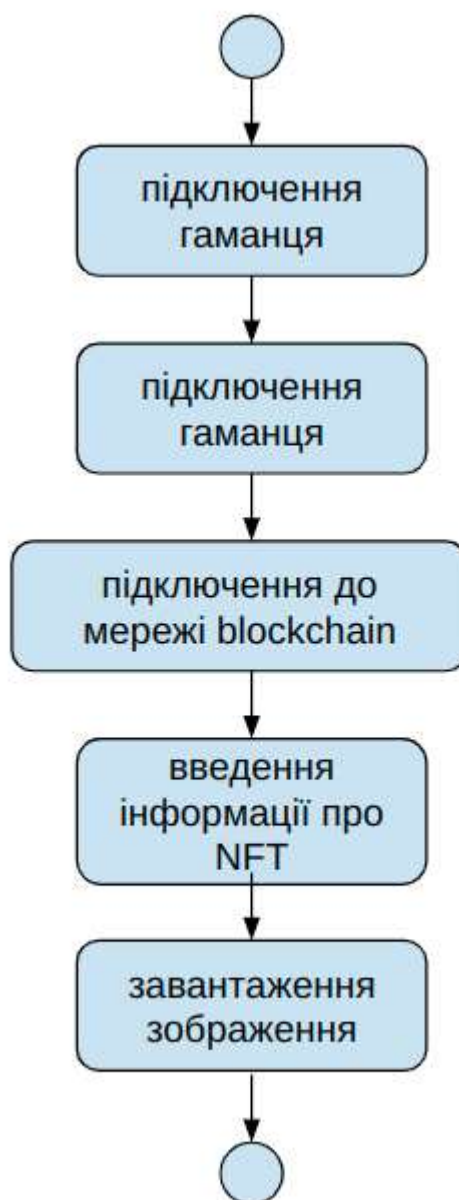


Рисунок В.4 – Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з вхідними даними

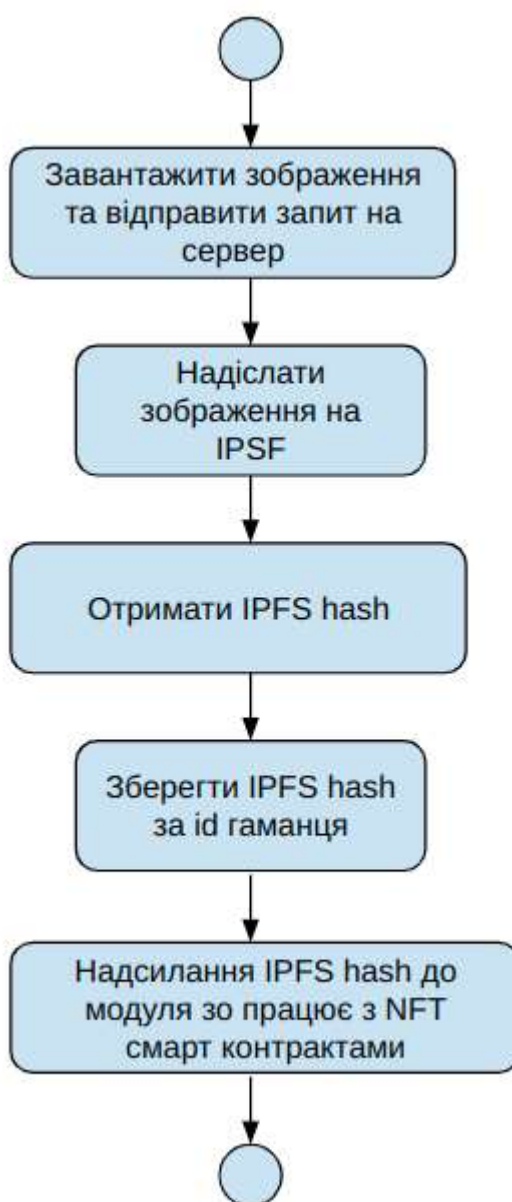


Рисунок В.5 – Схема алгоритму функціонування модуля для роботи з IPFS


Home My Digital Assets Creator Dashboard

My nft

My description

80

Choose File 146ACE58-846C-4F00-90CF-CB8443D1C891.jpg



Create Digital Asset

Рисунок В.6 – Сторінка створення нової NFT