

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі системи та
технології»
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
на тему: «Система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX.
Смарт-контракт»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ІС-91

Нежевец Олександр Євгенійович _____

Керівник:

к.т.н, доцент каф. ІСТ

Галушко Дмитро Олександрович _____

Рецензент:

ст. викладач каф. ОТ

Алещенко Олексій Вадимович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____ *Нежевец*

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Нежевцю Олександрю Євгенійовичу

1. Тема проєкту «Система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX. Смарт-контракт»

керівник проєкту Галушко Дмитро Олександрович к.т.н. доцент каф. ІСТ
затверджені наказом по університету від «31» травня 2023 р. № 2101-с

2. Термін подання студентом проєкту: «12» червня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту: Технічне завдання

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Загальні положення: опис предметного середовища, опис наявних аналогів, постановка задачі.
2. Інформаційне забезпечення: вхідні дані, вихідні дані, опис структури таблиць даних.
3. Математичне забезпечення: змістовна постановка задачі, математична постановка задачі, обґрунтування методу розв'язання, опис методів розв'язання.
4. Програмне та технічне забезпечення: засоби розробки, вимоги до технічного забезпечення, архітектура програмного забезпечення.
5. Технологічний розділ: керівництво користувача, випробування програмного продукту.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

1. Схема архітектури
2. Діаграма діяльності
3. Діаграма послідовності
4. Діаграма компонентів

6. Дата видачі завдання : «20» січня 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вивчення літератури за тематикою проекту	01.02.2023	
2.	Розробка технічного завдання	04.02.2023	
3.	Аналіз вимог та уточнення специфікацій	18.02.2023	
4.	Проектування структури програмного забезпечення, проектування структури компонентів	06.03.2023	
5.	Програмна реалізація програмного забезпечення	12.04.2023	
6.	Тестування програмного забезпечення	16.04.2023	
7.	Розробка матеріалів графічної частини проекту	23.04.2023	
8.	Розробка матеріалів текстової частини проекту	05.05.2023	
9.	Оформлення технічної документації проекту	15.05.2023	
10.	Подання ДП на попередній захист	29.05.2023	
11.	Подання ДП на основний захист	12.06.2023	
12.	Подання ДП рецензенту	14.06.2023	

Студент

Олександр НЕЖЕВЕЦ

Керівник

Дмитро ГАЛУШКО

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. аркушів	Номер екзем.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3			Знову розроблена			
4						
5	A4	IC91.210БАК.004 ПЗ	Пояснювальна записка	73		
6	A3	IC91.210БАК.004 Д1	Система генерації цифрових	1		
7			активів в блокчейн платформі			
8			WAX. Смарт-контракт. Схема			
9			архітектури			
10	A3	IC91.210БАК.004 Д2	Система генерації цифрових	1		
11			активів в блокчейн платформі			
12			WAX. Смарт-контракт. Діаграма			
13			діяльності			
14	A3	IC91.210БАК.004 ДЗ	Система генерації цифрових	1		
15			активів в блокчейн платформі			
16			WAX. Смарт-контракт. Діаграма			
17			послідовності			
18	A3	IC91.210БАК.004 Д4	Система генерації цифрових	1		
19			активів в блокчейн платформі			
20			WAX. Смарт-контракт. Діаграма			
21			компонентів			
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

					IC91.210БАК.004 ТП		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нежевец О. Є.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівн.		Галушко Д. О.			Т	1	1
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Група IC-91		
Затв.							

Система генерації цифрових активів в блокчейн платформі
WAX. Смарт-контракт.
Відомість проєкту

АНОТАЦІЯ

Нежевец О. Є. Система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX. Smart-контракт. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023.

Проект містить 73 с. тексту, 23 рисунка, 24 таблиць, 1 додатку, посилання на 18 електронних ресурсів та 4 кресленика.

Ключові слова: смарт-контракт, WAX, транзакція.

Об'єктом розробки є інформаційна система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX для кінцевого споживача.

Мета розробки - надання користувачам незалежної та збалансованою системи кругообігу цифрових активів, яка буде розгорнута на вузлах самої крипто мережі WAX, та буде повністю автономною.

У дипломному проєкті розроблено систему генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX за допомогою написання смарт-контрактів, які можуть стати зразком для інших блокчейн розробників.

Розроблена система може бути використана не тільки для розгортання на блокчейн платформі WAX, але також інновації та фундаментальні основи системи можуть бути задіяні для створення інвестиційних проєктів на інших блокчейнів.

ABSTRACT

Nezhevets O. E. Digital asset generation system on the WAX blockchain platform. Smart contracts. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, 2023.

The project consists of 73 pages of text, 23 figures, 24 tables, 1 appendix, references to 18 electronic resources, and 4 sketches.

Keywords: smart contract, WAX, transaction.

The object of development is an information system for generating digital assets on the WAX blockchain platform for end-users.

The goal of the development is to provide users with an independent and balanced system for the circulation of digital assets, which will be deployed on the nodes of the WAX blockchain network and will be fully autonomous.

In the diploma project, a system for generating digital assets on the WAX blockchain platform was developed using the implementation of smart contracts, which can serve as a model for other blockchain developers.

The developed system can be used not only for deployment on the WAX blockchain platform but also its innovative and fundamental foundations can be utilized for creating investment projects on other blockchains.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Система генерації цифрових активів в
блокчейн платформі WAX. Смарт-контракт»

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	6
1.1 Опис предметного середовища.....	6
1.1.1 Опис процесу діяльності	7
1.1.2 Опис функціональної моделі	8
1.2 Опис наявних аналогів	9
1.3 Постановка задачі	14
1.3.1 Призначення розробки.....	14
1.3.2 Цілі та задачі розробки	14
Висновок до розділу	15
2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	16
2.1 Вхідні дані.....	16
2.2 Вихідні дані	17
2.3 Опис структури таблиць даних	17
Висновок до розділу	26
3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	27
3.1 Змістовна постановка задачі	27
3.2 Математична постановка задачі	28
3.3 Обґрунтування методу розв'язання	28
3.4 Опис методів розв'язання	29
3.4.1 Налаштування системи.....	29
3.4.2 Кількісний розрахунок числу активів у системі.....	35
Висновок до розділу	37
4 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	38
4.1 Засоби розробки	38
4.2 Вимоги до технічного забезпечення	42
4.2.1 Загальні вимоги	42
4.3 Архітектура програмного забезпечення	44

				IC91.210BAK.004 ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX. Смарт-контракт. Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів		
Розробив		Нежевец О. Є.					Т		2	73	
Перевірив		Галушко Д. О.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Група IC-91				
Затв.											

4.3.1	Діаграма класів	45
4.3.2	Діаграма послідовності.....	47
4.3.3	Діаграма компонентів.....	47
4.3.4	Специфікація функцій.....	49
	Висновок до розділу	51
5	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	53
5.1	Керівництво користувача	53
5.2	Випробування програмного продукту	62
5.2.1	Мета випробувань.....	62
5.2.2	Загальні положення.....	62
5.2.3	Результати випробувань	62
	Висновок до розділу.....	69
	ВИСНОВКИ.....	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72

ВСТУП

У сучасному світі цифрові активи набувають все більшої популярності та значущості. Вони втілюють в собі унікальність, власність та цінність, які можуть бути передані та обмінені з мінімальними витратами та безпекою. Блокчейн технології стають основою для створення систем, що забезпечують генерацію та обіг цифрових активів, зокрема NFT (Non-Fungible Tokens).

Цей дипломний проект присвячений розробці системи генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX (Worldwide Asset eXchange). WAX - це децентралізована глобальна платформа, що забезпечує можливість обміну та торгівлі цифровими активами. Вона широко використовується у ігровій індустрії та колекціонуванні, надаючи спільноті можливість створювати, обмінювати та продавати власні цифрові активи.

Одним із ключових компонентів системи генерації цифрових активів у блокчейні WAX є смарт-контракти. Смарт-контракти є автономними програмами, розміщеними на блокчейні, які виконують певні правила та умови. Вони дозволяють автоматизувати процеси генерації, обігу та взаємодії з цифровими активами, забезпечуючи надійність, безпеку та прозорість.

Ця система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX буде розгорнута на вузлах самої крипто мережі, що забезпечить її автономність та надійність. Вона дозволить кінцевому споживачеві створювати, обмінювати та торгувати цифровими активами без посередників та ризиків, пов'язаних із централізованими платформами.

Процес розробки системи включав аналіз існуючих проектів на крипто мережі WAX, вивчення смарт-контрактів та їх можливостей, розробку алгоритмів генерації та обігу цифрових активів, а також впровадження необхідних механізмів контролю та безпеки.

Результатом дипломного проекту є функціонуюча система генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX, яка може бути використана як основа для створення подібних проектів на інших блокчейн платформах.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із перспективних напрямків розвитку системи є розширення функціоналу для підтримки інших видів цифрових активів, а також інтеграція з іншими блокчейн платформами для забезпечення більш широкого кола користувачів та можливостей.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломного проекту є забезпечення стійкості та балансу в екосистемі цифрових активів в платформі WAX.

Для успішного досягнення визначеної мети важливо ретельно вирішити низку значущих завдань:

- проаналізувати існуючі системи кругообігу цифрових активів;
- розробити правила генерації та спалювання активів;
- розробити систему кругообігу цифрових активів в платформі WAX.

Об'єктом дослідження є кругообіг цифрових активів, яким будуть користуватися кінцеві користувачі.

Предметом дослідження є механізми і алгоритми генерації та спалювання цифрових активів для підтримки стабільності та ефективного кругообігу в блокчейн платформі WAX, з особливим акцентом на розробці ефективних стратегій запобігання перевибутку токенів. Цей аспект дослідження спрямований на створення механізмів контролю та обмеження кількості токенів, які генеруються та спалюються в системі.

Дипломний проєкт складається з наступних розділів: вступ, розділу загальних положень, розділу інформаційного забезпечення, розділу математичного забезпечення, розділу програмного та технічного забезпечення, технологічного розділу, список використаних джерел із 18 найменувань. Графічна частина включає 4 кресленика формату А3. Загальний обсяг 73 сторінок.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Опис предметного середовища

Предметним середовищем є процеси взаємодії цифрових активів на базі розгортання механізмів кругообігу токенів у блокчейн мережі WAX.

Розроблена система повинна бути збалансованою, щоб забезпечити збереження ціни токенів за допомогою внутрішніх та зовнішніх операцій.

Система повинна мати наступні правила для забезпечення її ефективності:

- механізм генерації нових токенів;
- механізм спалювання токенів;
- правила дотримання загальної кількості токенів;
- правила забезпечення стабільності системи.

Усі наведені правила та механізми мають бути реалізовані на стороні блокчейну за допомогою смарт-контрактів. Які дозволять системі працювати в автоматичному режимі.

Механізми генерації та спалювання токенів в системі цифрових активів на базі дипломного проекту відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності та ефективності екосистеми.

Перш за все, механізм генерації токенів відповідає за створення нових цифрових активів у системі. Він включає в себе процеси, що регулюють випуск нових токенів, встановлення правил їх генерації та обмеження кількості активів, які можуть бути створені. Цей механізм забезпечує розподіл токенів у системі та контролює їх кількість, що допомагає зберігати стійкість і цінність активів.

Другий важливий механізм - спалювання токенів. Цей процес передбачає знищення чи вилучення певної кількості токенів з екосистеми. Спалювання може відбуватись з різних причин, наприклад, для забезпечення додаткової стійкості мережі, зменшення загальної кількості активів у циркуляції або контролювання їх розподілу. Цей механізм сприяє збереженню цінності токенів та регулюванню подання активів на ринку.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

Обидва механізми генерації та спалювання токенів вимагають використання смарт-контрактів, що забезпечують автоматизоване виконання правил та умов, пов'язаних з цими процесами. Смарт-контракти забезпечують безпеку, незмінність та надійність виконання операцій, що пов'язані з генерацією та спалюванням токенів.

Таким чином, ціна активів регулюється не тільки всередині системи за допомогою її механізмів і правил, а так само і з зовнішнього боку, де попит і пропозиція будують збалансовану економічну модель.

Система буде розроблятися на основі аналізу існуючих рішень. Будуть проаналізовані найпопулярніші механізми та внутрішні взаємодії. Успішні аспекти будуть розгорнуті на базі нашого дипломного проекту.

У фінальному вигляді система повинна задовольнити користувачів. Тим самим залучаючи дедалі більше нових для створення зовнішніх взаємодій ринкових сил.

1.1.1 Опис процесу діяльності

Дана робота розглядає діяльність таких процесів як:

– генерація нових активів за існуючими правилами, цей процес передбачає створення нових цифрових активів відповідно до заданих правил і параметрів, система використовує смарт-контракти для автоматичного випуску токенів згідно з встановленими обмеженнями та алгоритмами генерації та правила можуть включати обмеження на кількість активів, що можуть бути створені, параметри розподілу активів між учасниками системи та інші важливі умови;

– видалення зайвих активів з метою підтримки загальної кількості існуючих токенів, цей процес включає в себе спалювання або вилучення зайвих активів з екосистеми та за допомогою смарт-контрактів визначається, коли і які активи підлягають спалюванню або вилученню з обігу, тому це дозволяє забезпечити стабільну кількість токенів в системі та контролювати подання активів на ринку, що сприяє збереженню їхньої цінності;

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

– динамічна зміна прорахунку комісій на внутрішні взаємодії, у системі реалізована можливість автоматичної зміни розміру комісій за внутрішні взаємодії, смарт-контракти встановлюють механізми, що регулюють розрахунок комісій, залежно від певних умов, таких як обсяг операцій або попит на активи, тому це дозволяє забезпечити адаптивність системи до змінних умов та зберегти економічну ефективність внутрішніх взаємодій, при зростанні попиту на активи, система може автоматично збільшити розмір комісій, що сприятиме зменшенню транзакційного навантаження та регулюванню попиту, але з іншого боку, у випадку зниження попиту, система може зменшити комісії, щоб збудувати стимули для залучення нових учасників та підтримки активності в екосистемі;

– автоматизація процесів обміну активів у внутрішній середі, система надає автоматизовані процеси обміну активів між учасниками внутрішньої середі, вона підтримує виконання умовних контрактів, що дозволяють здійснювати безпечні та швидкі транзакції, тому завдяки смарт-контрактам, процес обміну активів стає автоматичним та надійним, забезпечуючи прозорість та виконання умов угод між сторонами.

Ці процеси діяльності в системі генерації та управління цифровими активами на блокчейн платформі WAX сприяють забезпеченню стабільності, ефективності та надійності екосистеми. Вони дозволяють зручно та безпечно оперувати цифровими активами, зберігати їхню цінність та стимулювати розвиток активної та конкурентоспроможної громади учасників.

1.1.2 Опис функціональної моделі

Розглянемо функціональну модель системи і визначимо акторів, а також її основні функціональні можливості.

У системі передбачається лише один тип користувачів

Для роботи у системі користувачу потрібно пройти лише реєстрацію на самому блокчейні WAX та зареєструвати свій гаманець у даній системі.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

Реєстрація у системі відбувається автоматично, коли користувач вперше підключає свій гаманець на сайті продукту.

Основні надані функції користувачу:

- зручне відображення та управління своїми активами у системі;
- можливість обміну активів;
- функції генерації нових активів;
- збереження усіх даних на стороні самого блокчейну.

Система є кросплатформною. Користувач може користуватися нею через будь-який пристрій(Персональний комп'ютер, планшет, телефон, тощо).

Також усі транзакції, активи(внутрішні та зовнішні) можна відстежити через механізм блокчейну (WAX Blocks), так як ця крипто мережа повністю відкрита. Тому користувач є повністю захищеним та впевненим у безпеці своїх активів.

1.2 Опис наявних аналогів

Для проведення аналізу були вибрані 5-ть найбільш популярних та успішних систем: Farming Tales, Farmers World, Colonize Mars, Blockchain Brawlers та Deep Mine.

Кожен із продуктів має фундаментальні відмінності та особливості. Також кожен із наведених аналогів займав перші рядки рейтингів у свої роки. Тому в аналіз аналогів входить 5 найкращих проектів за останні 5 років. Також варто зазначити, що в даному пункті будуть проаналізовані основні аспекти системи, такі як: кількість механізмів генерації та спалювання, кількість внутрішніх та зовнішніх активів, виділення кількості основних активів, кількість внутрішніх взаємозв'язків. Тобто у цьому пункті будуть розглянуті лише основні аспекти, без втручання у якісні характеристики змінних значень інформаційної системи.

Так як у прикладах аналогових систем наведена збірка за останні 5 років, деякі проекти вже встигли провести повний ребрендинг, тому будуть взяті версії систем у їхньому піку популярності за умови виходу повної версії системи.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

Проект Farming Tales - це ігрова платформа на базі блокчейну WAX . У грі гравці мають змогу сповна відчувати всі складнощі та радості у житті звичайного фермера. У цьому віртуальному світі гравцям доведеться балансувати між прибутком та збитком. Адже ситуація на ринку безперервно змінюється і потрібно приймати швидкі та правильні рішення, що саме вирощувати та будувати.

Основною функціональністю Farming Tales є механізм «Proof of Stake» (доказ наявності), де гравці будуть отримувати відповідні нагороди у вигляді внутрішньо ігрових предметів та матеріалів(токенів) в залежності від того яку стежу сільського господарства вони обрали та розвивають.

Також гра наповнена великою кількістю взаємозв'язків внутрішньо ігрових активів. Де наприклад худоба не може приносити м'ясо, якщо їм нічого їсти, тому гравець має думати о придбанні комору та будівлі полів, щоб вирощувати та складувати сіно та пшеницю. І не треба забувати про воду, усі хочуть пити, навіть якщо вони цифрові.

У грі є три внутрішньо ігрових активів: Вода, Їжа, Дерево. Але основним та торговим є тільки один – і це основний токен SEST. Він представляє собою долар, як єдину валюту, яку вже можна конвертувати у реальну гроші. Щоб заробити, якомога більше SESTу гравець повинен зрощувати та збирати внутрішньо ігрові матеріали та продавати їх напряду у самій грі.

Проект Farmers World - гра, побудована на блокчейні WAX, яка пропонує ігровий досвід фермерства. Дана гра також має тематику сільського господарства, але має і свої особливості. В основі стоїть механізм «Proof of Stake» (доказ наявності).

Перед гравцями представлена система трьох взаємозв'язних матеріалів: їжа, дерево, золото. І для виробництва кожного із них гравцю потрібно не лише розвивати його основну стежу, яку він обрав, а і думати про інші, тому що одне не може існувати без іншого. Але головною відмінністю від вже названого проекту Farming Tales є те що, усі внутрішньо ігрові матеріали являються токенами, це означає що гравець може напряду продавати ці матеріали на зовнішній ринок. Усі

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

три токени утворюють торгові пари до головного токена мережі (WAX токен). Тому у наслідку двох сил: зовнішньої та внутрішньої торгівлі впливає на баланс системи. Гравці можуть не лише у середині самої гри обмінюватися та торгувати предметами та активами, а і за допомогою зовнішніх відкритих маркетів проводити торгові операції.

Також гра наповнена і іншими внутрішньо ігровими аспектами, у базі самої гри стоїть видобуток нових ресурсів та збільшення їх накопичення. У гру закладен механізм зберігання активів, тому що чим більше твої накопичення тим більше і приход нових ресурсів. Це дуже сприяє заінтересованості самих гравців, вони не зацікавлені в моментальній купівлі та продажу активів, адже це явно виграшна стратегія. І як вишинкою до торта стають внутрішньо ігрові події, які можуть дуже різко міняти курс розвитку якогось певного матеріалу. Це сприяє балансуванню усіх трьох активів, у випадку коли падає зацікавленість до якогось одного із них. Дана інновація перекриває недолік повністю відкритої торгівлі, тому що гравці можуть і не розвивати в одночасно усі три ігрові стезі, а докупати ті матеріали із відкритого ринку, яких їм не достачає.

Проект Colonize Mars – онлайн гра, базована на блокчейні WAX. Гравці будуть приймати участь у колонізації планети Марс. Вони будуть будувати ракети, заводи по добуванню ракетного палива, космічні станції для відпочинку та ремонту кораблів. Гра сповна наповнена великою кількістю подій та космічних перешкод для першопрохідців.

Дана гра базується на базі механізму «Proof of Work»(доказ роботи). Гравці будуть отримувати винагороди у вигляді основного торгуючого токена MOON, за який вони зможуть купувати усі необхідні їм матеріали та розхідники. Основною метою стоїть ціль – досягти планету Марс та колонізувати її, для цього гравцям доведеться зробити не один політ, щоб перевести усі необхідні для цього матеріали та інструменти, і звичайно вони не залишаться без винагород.

Як вже було зазначено в грі є лише один основний торгуючий токен MOON, але в грі не має інших внутрішньо ігрових токенів взагалі, усі необхідні матеріали та інструменти представлені як окремі NFT (англ. non-fungible token, у перекладі

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

з англ. — «невзаємозамінний токен»). Тому система є достатньо простою, але одночасно і міцною, тому що гравці змушені витратити зароблені гроші для вкладу у наступні польоти і як ми знаємо польоти у космос достатньо не дешеві, навіть у віртуальному світі.

Проект Blockchain Brawlers – це віртуальна онлайн гра на базі блокчейну WAX. Це одна із самих унікальних та популярних віртуальних ігор на базі крипто мереж про спортивні змагання, а саме про бійки, доречніше називати такий вид ігор – файтинги (від англ. Fight). Гра розроблена на базі механізму «Proof of Stake»(доказ наявності).

Гравці повинні наймати борців, чим борець буде більше опитним та сильним, тим більше перемог ви здобудете, але за якість треба платити. Перемоги – це найважливіше, це єдине про що ви повинні думати, а змагань буде дуже багато, тому що кожен гравець хоче випробувати свого нового чи загартованого в боях борця. Вам прийдеться зіткнутися з іншими гравцями, тому що усі бої проходять між справжніми гравцями і їх борцями, але переможець може бути лише один.

У грі є лише один основний торгуючий токен – BCB, саме його гравці будуть отримувати за перемоги у змаганнях та важливих боях. У грі не має більш ніяких допоміжних токенів. За допомогою зароблених грошей гравці повинні будуть тренувати, утримувати за розвивати свого бійця, але ніколи не пізно придбати ще одного більш опитного та здатного, можливо саме такий путь приведе гравця до перемог. Тому в грі усі взаємодії здійснюються за допомогою лише одного основного токена та окремих NFT (англ. non-fungible token, у перекладі з англ. — «невзаємозамінний токен»), але система прорахована таким чином що прибуток з звичайних перемог не такий вже і великий, тому гравець змушений реінвестувати зароблені гроші у своїх бійців та їх тренувальні умови.

Проект Deer Mine – гра, розроблена на базі блокчейн WAX. Тематика цієї гри є добуток корисних копалин та подальший їх продаж. Основний механізм гри – це «Proof of Stake»(доказ наявності).

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Гра базована на трьох не взаємозв'язних матеріалах, які в свою чергу представляють і токени проекту. Усього є три види копалин (токенів) : залізо, золото та алмази. Усі три токени є торговими, і безпосередньо один на одного не впливають. Для гри, а саме для добування зазначених ігрових копалин, гравцю потрібні інструменти. Для кожного виду копалин потрібні відповідні інструменти, де наприклад кірки добувають залізо, бурові станки золото, а пошукові машини – алмази. Інструменти властивість ламатися, тому їх потрібно ремонтувати за ті матеріали, які гравець вже зміг зібрати. І тому система прорахована таким чином, щоб підтримувати оптимальну торгову вартість токенів, це означає що кількість прибутку не набагато більша за кількість розтрат.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогів

	Дана робота	Farming Tales	Farmers World	Colonize Mars	Blockchain Brawlers	Deep Mine
Кількість механізмів генерації	3	3	3	1	1	3
Кількість механізмів спалювання	4	5	5	3	3	3
Кількість усього токенів	3	3	3	1	1	3
Кількість торгуючих токенів	3	1	3	1	1	3
КПД механізмів	35%	35%	30%	38.5%	40%	30%

Таблиця 1.1 містить основну інформацію о порівнянні 5 аналогів зі власної системою.

1.3 Постановка задачі

1.3.1 Призначення розробки

Система призначена для підтримки стабільної торгової вартості токенів, залучення достатньої кількості користувачів та уникнення надлишку існуючих одночасно токенів.

1.3.2 Цілі та задачі розробки

Цілями розробки є:

- створення самодостатньої системи;
- вдосконалення існуючих рішень уникнення надлишку активів;
- реалізація інноваційних рішень основних механізмів генерації та спалювання активів;
- налаштування системи для досягнення найбільшого можливого ККД механізмів відносно користувачів;
- реалізація балансу систему без втручання зовнішніх торгових сил.

Задачами розробки є:

- збалансовані механізми генерації активів:
 - а) якісний прорахунок механізму генерації;
 - б) впровадження механізму до блокчейну;
 - с) цілісна автоматизація процесів генерації;
- збалансовані механізми спалювання активів:
 - а) якісний прорахунок механізму спалювання;
 - б) впровадження механізму до блокчейну;
 - с) цілісна автоматизація процесів спалювання;
- балансування внутрішніх торгових сил:
 - а) якісний прорахунок торгових сил (ККД);
- реалізація інноваційних додаткових механізмів:
 - а) реалізація додаткових внутрішніх подій;

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- б) налаштування правил роботи механізмів;
- с) впровадження правил та подій до блокчейну;
- реалізація цілісності системи:
 - а) успішне впровадження усіх механізмів і взаємодій до блокчейну;
 - б) успішна перевірка система на стрес ситуації;
 - с) якісний прорахунок внутрішніх взаємодій.

Висновок до розділу

У даному розділі було виконано важливі кроки проектування, спрямовані на створення інформаційної системи, що відповідає визначеній меті розробки та цілям проекту.

Одним з важливих етапів був порівняльний аналіз існуючих аналогів. Цей аналіз дозволив проаналізувати переваги та недоліки існуючих систем кругообігу цифрових активів, а також оцінити їх потенціал для використання у власному проекті. Виявлення прогалин у функціональності та дизайні існуючих систем дало змогу зосередитися на їх вирішенні та вдосконаленні, щоб створити систему, яка буде ще ефективнішою та зручнішою для користувачів.

Далі, була розроблена функціональна модель системи, яка включала опис процесів діяльностей та середовища. Цей крок дозволив чітко визначити основні задачі розробки та створити основу для подальшої роботи над системою. Функціональна модель стане важливим документом для розробників, який допоможе у плануванні та координації робіт, а також забезпечить зрозуміле сприйняття функціональності системи для всіх зацікавлених сторін.

Також був складений перелік завдань, необхідних для досягнення поставлених цілей розробки. Цей перелік стане основою для організації процесу розробки, визначення пріоритетів та розподілу ресурсів. Він також послужить основою для подальшого планування та контролю робіт, допоможе забезпечити ефективне виконання проекту та досягнення бажаних результатів.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Вхідні дані

Створюваний проект базується на технології блокчейн мережі WAX, тому уся дата та необхідні дані, які будуть утримувати інформацію о користувачах зберігається на стороні самого блокчейну за допомогою смарт-контрактів.

Смарт-контракти будуть містити усі необхідні таблиці та операції з таблицями даними, тому користувачі можуть без ніякої затримки звертатися до налаштованих операцій через зручний інтерфейс.

Вхідні дані в системі генерації цифрових активів в блокчейн платформі WAX надходять від:

– користувачів системи.

Система повинна розглянути дані які надходять від користувача:

– ім'я гаманця користувача.

Кожен користувач є унікальним у таблиці, тому при першому зверненні до системи. Система зареєструє користувача за допомогою смарт-контрактів, користувач додається до таблиць даних, усі необхідні поля генеруються до нього в автоматичному порядку.

Не залежно від дій користувача уся інформація зберігається на стороні самого блокчейну і працює у багато поточному режимі.

Усі подальші зміни даних користувача закріплюється виключно за його гаманцем, щоб уникнути збоїв програми.

Також система передбачає отримання від користувача активів, які належать до системи, але були отримані за її межами. У смарт-контрактах прописані дії на отримання транзакцій за межами графічного інтерфейсу системи. Більш досвідчені користувачі блокчейну мають змогу звертатися до смарт-контрактів системи через надсилання транзакції, але у деталях транзакцій користувачі повинні вказати вірний блокчейн адресу та вірно заповнити поля транзакції, у залежності від типу транзакції поля можуть змінюватися і їх кількість теж. При невірному заповненні полів або перевантаженості мережі – транзакція скасується.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.2 Вихідні дані

Система не повертає ніяких даних до самого користувача. Усі його дії зберігаються у таблицях даних на смарт-контрактах блокчейн мережі WAX, а користувач може звертатися до цих даних за допомогою відправки транзакції через зручний веб-інтерфейс, який розгорнутий на веб-платформі.

Також користувач має змогу виводити згенеровані цифрові активи та NFT активи у вигляді токенів та NFT до свого особистого гаманця, у цьому випадку усі активи будуть вже зберігатися безпосередньо на особистому гаманці користувача блокчейну WAX і не мають нічого спільного з смарт-контрактами системи, активи виходять із побуту системи.

2.3 Опис структури таблиць даних

Для розробки системи створюється гаманець на блокчейн мережі WAX, який у свою чергу і буде містити усі смарт-контракти з таблицями та діями. Для розробки системи на мережі WAX було створено 7 таблиць: accounts, stuckconf, stucktools, tokenconf, toolconf, tools, userstate. Ці таблиці відіграють важливу роль у системі, дозволяючи зберігати, управляти та взаємодіяти з різними типами даних і ресурсів на блокчейн мережі WAX.

Усі таблиці та інші змінні оголошенні та визначенні у допоміжній директорії проекту. Там і відбувається повна ініціалізація таблиць даних та їх налаштування: поля, атрибути, умови, типи змінних, які зберігають поля.

У цій структурі не можна виділити одну або кілька таблиць як головні, кожна таблиця використовується для зберігання певних даних, і всі ці дані використовуються для роботи системи за прописаними заздалегідь правилами інформаційної системи проекту.

Наведемо наступний повний перелік реляційних таблиць в таблиці 2.1, у таблиці буде описані усі таблиці даних та їх роль у системі, тобто для чого вони використовуються.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Перелік сутностей

№	Назва таблиці	Сутність таблиці
1	accounts	Таблиця зареєстрованих користувачів, зберігає загальну інформацію: кількість кожного активу користувача у системі
2	stuckconf	Таблиця зберігає базові налаштування активів, які використовують користувачі
3	stucktools	Таблиця зберігає дані о NFT активах користувачів, які потрапили у поломку
4	tokenconf	Таблиця зберігає базові значення торгуючих активів, комісійні значення та їх індикатори
5	toolconf	Таблиця зберігає базові налаштування NFT активів системи, їх особливості та числові індикатори
6	tools	Таблиця пошуку NFT активів за певним користувачем. Виводить основні положення активів користувача
7	userstate	Таблиця містить інформацію о активних NFT активах певного користувача

Таблиця 2.2 – Опис таблиці даних з назвою «accounts»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
account	string	Ім'я зареєстрованого гаманця користувача
pickaxe	integer	Кількість зареєстрованих NFT активів типу «Pickaxe» у певного користувача
drill	integer	Кількість зареєстрованих NFT активів типу «Drill» у певного користувача
mine_machine	integer	Кількість зареєстрованих NFT активів типу «Mine machine» у певного користувача
ics	float	Кількість цифрового активу(токену) з назвою «ICS»
ici	float	Кількість цифрового активу(токену) з назвою «ICI»
icg	float	Кількість цифрового активу(токену) з назвою «ICG»

Дана таблиця 2.2 зберігає основну інформацію про кожного зареєстрованого користувача.

Таблиця 2.3 – Опис таблиці даних з назвою «stuckconf»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
template_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код NFT активу кожного типу
initial	integer	Числове значення початого коефіцієнту поломки NFT активу
increase	integer	Числове значення збільшення коефіцієнту поломки NFT активу
time_hours	integer	Кількість потрібних годин для відновлення після поломки NFT активу

Таблиця 2.4 – Опис таблиці даних з назвою «stucktools»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
asset_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код певного NFT активу

template_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код NFT активу кожного типу
account	string	Ім'я зареєстрованого гаманця користувача
chance	integer	Поточне числове значення коефіцієнту поломки NFT активу
initial	integer	Числове значення початого коефіцієнту поломки NFT активу
increase	integer	Числове значення збільшення коефіцієнту поломки NFT активу
time_hours	integer	Кількість потрібних годин для відновлення після поломки NFT активу
time	date	Дата та час, коли NFT актив користувача потрапив у поломку
availability	bool	Чи вийшов NFT актив користувача із поломки

Таблиця 2.5 – Опис таблиці даних з назвою «tokenconf»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
id	integer	Унікальний ідентифікаційний код цифрового активу(токену)
token	string	Назва цифрового активу(токену)
fee	integer	Числове значення комісійних зборів при виводі цифрового активу до особистого гаманця користувача

Таблиця 2.6 – Опис таблиці даних з назвою «toolconf»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
template_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код NFT активу кожного типу

ics_repair	float	Числове значення вартості ремонту NFT активу за токен ICS
ici_repair	float	Числове значення вартості ремонту NFT активу за токен ICI
icg_repair	float	Числове значення вартості ремонту NFT активу за токен ICG
mine	string	Числове значення кількості одержуваних токенів за одне використання NFT активу та тип токена
ics_craft	float	Числове значення необхідної кількості токенів ICS для генерації нового NFT активу певного типу
ici_craft	float	Числове значення необхідної кількості токенів ICI для генерації нового NFT активу певного типу
icg_craft	float	Числове значення необхідної кількості токенів ICG для генерації нового NFT активу певного типу

uses	integer	Числове значення кількості можливих використань NFT активу без потреби в ремонті
duration	integer	Кількість необхідних хвилин для одного використання NFT активу

Таблиця 2.7 – Опис таблиці даних з назвою «tools»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
asset_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код певного NFT активу обраного користувача
account	string	Ім'я гаманця зареєстрованого користувача
template_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код NFT активу кожного типу
uses	integer	Числове значення кількості використань NFT активу, що залишились

availability	bool	Чи NFT актив справний?
--------------	------	------------------------

Таблиця 2.8 – Опис таблиці даних з назвою «userstate»

Назва стовпця	Тип даних	Опис поля
type	integer	Вид NFT активу користувача, який знаходиться у роботі
assets_id	integer	Унікальний ідентифікаційний код NFT активу користувача
time	date	Дата та час, коли NFT актив був відправлений до роботи

У таблиці 2.8 стовпець «type» має тип «integer» і відповідає трьом видам NFT активів: pickaxe, drill та mine machine з відповідними номерами типів: 1, 2, 3.

Усі таблиці 2.2 - 2.8 є основою до роботи системи і є невід'ємною складовою її функціонування. Таблиці є ключовими компонентами системи, оскільки вони взаємопов'язані і використовуються безпосередньо смарт-контрактами.

Ці таблиці служать базою даних для всієї системи, зберігаючи важливі інформаційні змінні, які використовуються в різних функціях та діях. Вони забезпечують зручний та ефективний спосіб збереження та організації даних, що необхідні для виконання різних операцій у системі.

Кожна таблиця має свою конкретну мету і структуру, відображаючи важливі аспекти системи. Вони можуть містити різні типи даних, такі як числові значення, тексти, дати, логічні значення, а також інші необхідні специфічні поля.

Висновок до розділу

Під час написання даного розділу був проведений детальний аналіз інформаційного забезпечення системи. Були визначенні вхідні та вихідні дані інформаційної системи генерації цифрових активів у блокчейн платформі WAX.

Також у даному розділі було приділено особливу увагу структурі таблиць даних. Кожна таблиця була детально проаналізована, визначено типи даних для кожного поля та розкрито їх семантичне значення. Цей підхід дозволив установити точні зв'язки та залежності між різними елементами даних, що зберігаються в системі. Такий детальний опис таблиць даних створює надійну основу для ефективного використання системи та забезпечує її готовність до подальшого розширення та розвитку.

При розробці системи на мережі WAX також було враховано аспекти безпеки та конфіденційності даних. Були встановлені механізми автентифікації та авторизації, а також визначені права доступу до таблиць даних. Це дозволяє забезпечити захист важливих даних від несанкціонованого доступу. Але також уся інформація, яка зберігається на таблицях даних та самі налаштування таблиць даних є повністю відкриті до перегляду для кожного користувача блокчейн мережі WAX, тому що технології блокчейн програмування забезпечують повну відкритість та прозорість. Всі ці аспекти безпеки є базовими для будь-якого блокчейн проекту.

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Змістовна постановка задачі

Система генерації цифрових активів.

Основне завдання даного проекту полягає в розробці та реалізації збалансованої системи кругообігу цифрових активів в блокчейн платформі WAX. Особлива увага приділяється забезпеченню безпеки та стійкості системи, а також попередженню надлишкового генерації цифрових активів, щоб уникнути втрати балансу.

У рамках проекту необхідно розробити ефективну механіку генерації цифрових активів, яка враховуватиме правила та обмеження, встановлені для даної системи. Це включає в себе визначення алгоритму та параметрів, які впливають на процес генерації активів, з метою забезпечення їх балансу та рівноваги.

Паралельно з генерацією активів, необхідно розробити механізм видалення зайвих активів з системи. Це допоможе підтримувати загальну кількість цифрових активів в межах заданих лімітів і зберегти баланс системи. Механізм видалення буде базуватися на певних правилах та алгоритмах, що дозволять ефективно виявляти та видаляти зайві активи з мережі.

Подальше вдосконалення системи включатиме динамічну зміну прорахунку комісій на внутрішні взаємодії. Це дозволить системі адаптуватись до змінних умов та забезпечити економічну ефективність усіх транзакцій. Встановлення оптимальних комісійних ставок буде базуватися на аналізі ринкових умов, обсягів транзакцій та інших факторів, що впливають на ефективність системи.

Окрім цього, система має підтримувати автоматизовані процеси обміну активами у внутрішній середі. Це означає, що користувачі зможуть здійснювати обмін цифровими активами без необхідності залучення посередників або додаткових дій. Автоматизований механізм обміну забезпечуватиме швидку та безпечну передачу активів між різними учасниками системи, з урахуванням правил і обмежень, що встановлені для даної платформи.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.2 Математична постановка задачі

Система генерації цифрових активів.

Нехай існує множина цифрових активів, позначена як A , яка складається з підмножини активів, що можуть бути згенеровані існуючою системою, та підмножини активів, що вже існують у системі. Кожен актив представлений унікальним ідентифікатором та характеристиками, такими як назва, вартість, кількість тощо.

Метою є розробка математичних моделей та алгоритмів для генерації нових активів з використанням заданих правил. Правила включають обмеження щодо максимальної кількості активів, встановлення вартості та коефіцієнтів розподілу. Задача полягає у знаходженні оптимальних параметрів для генерації активів, щоб забезпечити баланс між новоствореними активами та існуючими активами в системі, а також забезпечити стійкість та ефективність системи.

Крім того, математична постановка задачі включає розробку алгоритмів для видалення зайвих активів з метою підтримки загальної кількості існуючих токенів. Ці алгоритми повинні враховувати правила та обмеження системи, щоб забезпечити збалансований обмін активами та забезпечити стабільність екосистеми.

3.3 Обґрунтування методу розв'язання

Обґрунтування методу розв'язання задачі генерації та управління цифровими активами в системі базується на комбінації теоретичних підходів та практичних розробок в галузі блокчейн технологій, економічних моделей та оптимізаційних методів. Враховуючи складність та динамічність системи, необхідно використовувати методи, які забезпечують ефективність, стійкість та адаптивність до змінних умов.

Одним з ключових методів розв'язання є використання смарт-контрактів в блокчейн платформі WAX. Смарт-контракти є програмними кодами, які

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

автоматизують виконання угод та правил в системі. Вони забезпечують безпеку, прозорість та автоматизацію процесів генерації, управління та обміну активами. Застосування смарт-контрактів дозволяє уникнути людських помилок та забезпечити надійну реалізацію встановлених правил та обмежень.

Для оптимізації процесів генерації та управління активами можуть бути використані методи аналізу даних та машинного навчання. Шляхом аналізу статистичних даних про попит та пропозицію активів, можна розробити прогностичні моделі, які допоможуть визначити оптимальну кількість та розподіл нових активів у системі. Методи машинного навчання можуть використовуватись для виявлення аномалій, запобігання шахрайству та забезпечення безпеки екосистеми.

3.4 Опис методів розв'язання

3.4.1 Налаштування системи

На підставах аналізу існуючих систем було вирішено розробляти проект на наступних основних налаштувань:

- кількість механізмів генерації активів – 3;
- кількість механізмів спалювання активів – 4;
- кількість торгуючих активів – 3;
- кількість циркулюючих активів – 3;
- загальний показник корисної дії – 35%.

На етапі розробки проекту було визначено 3 торгових актива та 3 види NFT активу 4 різних рідкостей.

Відділом маркетингу було вирішено вибрати назву проекту: Industrial Craft. Ця назва показала 50% унікальності та 70% пошукової точності. Також це доменне ім'я та ім'я проектного гаманця вільно і доступно для використання та реєстрування проекту у мережі. Також доменне ім'я для веб-платформи теж було вільне та знаходилась у публічному доступі. Реєстрація та розміщення доменного ім'я пройшли без труднощів та завершилися успішно.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування торгуючих активів (токенів):

- ICS – Industrial Craft Stone;
- ICI – Industrial Craft Iron;
- ICG – Industrial Craft Gold.

Найменування NFT активів залучених до проекту:

- pickaxes;
- drills;
- mine machines.

Відповідно кожен з NFT активів відповідає за виробок одного виразно цифрового активу (токену): Pickaxes виробляють Stone (токен ICS), Drills виробляють Iron (токен ICI), Mine machines виробляють Gold (токен Gold).

Найменування видів рідкостей NFT активів, від найпростішого до рідкісного:

- common;
- rare;
- legendary;
- industrial.

Також дані найменування рідкостей були обрані на основі аналізу існуючих проектів на крипто мережі WAX. В процесі аналізу було досліджено різноманітні проекти, що використовуються на цій платформі, зокрема NFT-колекції, децентралізовані біржі та інші блокчейн проекти. Команда звернула увагу на те, які назви вже використовуються в проектах та як вони співвідносяться.

Основні взаємозв'язки залежностей торгових активів та NFT активів зображено на таблиці 3.1. Таблиця містить повну інформацію о основних правилах системи, у таблиці є повний опис який NFT актив виробляє який цифровий актив та які цифрові активи потрібні для його ремонту, ще указана інформація о офіційній назві цифрового активу у мережі WAX.

Зазвичай короткий збір правил про взаємини елементів у блокчейн-проекті називають білою бумагою (Whitepaper), він є важливим документом, який викладає стратегію, концепцію та основні принципи функціонування проекту.

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Основні залежності активів

Resource	Produced by	Craft	Repair	Token Name
Stone	Pickaxes	Drills & Mine machines	Pickaxes & Drills & Mine machines	ICS
Iron	Drills	Pickaxes & Mine machines	Drills & Mine machines	ICI
Gold	Mine machines	Pickaxes & Drills	Mine machines	ICG

У таблиці вище наведено основні ігрові інструменти та залежності від матеріалів, у тому числі те, що інструмент вимагає для ремонту чи створення, і що він виробляє.

Також додатково до основних положень взаємозв'язків NFT активів та торгуючих активів було розроблена додаткова механіка здобуття токенів. На рівні правил самої гри з деякої долею ймовірності NFT актив може бути заблокований на деякий час у залежності від типу інструмента та його рідкості. Також цей процент ймовірності не статичний, процент має початкове значення та після кожного використання інструменту буде збільшуватися також з деякий процент, який вже є статичний. Але при спрацьовуванні цієї події відсоток її спрацьовування скидається до початкового значення. Так як ця додаткова ігрова механіка унікальна для кожного типу ігрових інструментів таблиці значень процентів будуть наведені разом з умовами праці кожного NFT активу у наступних таблицях.

У таблицях 3.2 та 3.3 наведені визначені умови NFT активу «Pickaxe» та данні о додатковій механіці. Опис починається із самого базового NFT активу, тому його проценти прибутку будуть найменшими.

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 3.2 – Визначені умови NFT активу «Pickaxe»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
Durability	10 uses	15 uses	20 uses	40 uses
Mine per use	5 Stone	10 Stone	15 Stone	30 Stone
Repair cost	40 Stone	105 Stone	180 Stone	400 Stone
Craft cost	1000 Stone 450 Gold	1800 Stone 750 Gold	2800 Stone 1300 Gold	7000 Stone 3000 Gold

Таблиця 3.3 – Додаткова механіка NFT активу «Pickaxe»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
Initial Chance	8%	6%	4%	2%
Chance for increase	6%	5%	4%	2%
Time for recovery	24 hours	20 hours	16 hours	12 hours

У таблицях 3.4 та 3.5 наведені визначені умови NFT активу «Drill» та данні о додатковій механіці. На наступних таблицях ми будемо наглядати процентне збільшення прибутку з NFT активів, це обумовлено корисністю та рідкістю певних NFT активів та цифрових активів, які вони виробляють.

Таблиця 3.4 - Визначені умови NFT активу «Drill»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
Durability	8 uses	12 uses	16 uses	32 uses
Mine per use	6 Iron	12 Iron	18 Iron	36 Iron
Repair cost	15 Stone 20 Iron	1950 Iron & 1000 Gold	50 Stone 70 Iron	215 Stone 315 Iron
Craft cost	1000 Stone 450 Gold	1800 Stone 750 Gold	2800 Stone 1300 Gold	700 Stone 3000 Gold

Таблиця 3.5 – Додаткова механіка NFT активу «Drill»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
InitialChance	10%	8%	6%	4%
Chance for increase	6%	5%	4%	2%
Time for recovery	24 hours	20 hours	16 hours	12 hours

У таблицях 3.6 та 3.7 наведені визначені умови NFT активу «Mine machine» та данні о додатковій механіці. І як для найрідкіснішого NFT активу процент прибутку збільшився знову, це пов'язано з кількісним обмеженням усього цифрових активів вироблюваних даних NFT активом та їх якісним параметром, тому найрідкісніший NFT актив самий прибутковий.

Таблиця 3.6 – Визначені умови NFT активу «Mine machine»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
Durability	5 uses	8 uses	14 uses	30 uses
Mine per use	8 Gold	12 Gold	16 Gold	30 Gold
Repair cost	10 Stone 15 Iron 15 Gold	20 Stone 30 Iron 30 Gold	50 Stone 60 Iron 75 Gold	150 Stone 250 Iron 200 Gold
Craft cost	1400 Stone 700 Iron	2800 Stone 1400 Iron	5500 Stone 3000 Iron	9500 Stone 5500 Iron

Таблиця 3.7 – Додаткова механіка NFT активу «Mine machine»

Rarity:	Common	Rare	Legendary	Industrial
Initial Chance	12%	10%	8%	6%
Chance for increase	8%	6%	6%	4%
Time for recovery	24 hours	20 hours	16 hours	12 hours

Таблиці 3.2 – 3.7 містили повний опис властивостей та кількісних значень усіх трьох видів NFT активів. За допомогою цих таблиць ми можемо легко бачити якісні налаштування для кожного NFT активу.

3.4.2 Кількісний розрахунок числу активів у системі

Загальним правилом системи є обмеження одночасне існування кількості цифрових активів в циркуляції. Наведемо кількісне обмеження на кожний вид торгуючого активу:

- ICS \leq 100,000.00;
- ICI \leq 50,000.00;
- ICG \leq 25,000.00.

Правилами проекту визначено, що за досягнення граничного значення кількості токенів, що знаходяться в циркуляції одночасно, щоб уникнути надлишку - відбудуватиметься повторний перерахунок ігрових залежностей і торгових пар.

Наведемо початкове кількісне значення існуючих NFT активів:

- pickaxes – 100;
- drills – 50;
- mine Machines – 35.

Кількість існуючих одночасно NFT активів буде безупинно збільшуватися, тому що правила гри зазначена можливість для користувачів за допомогою спалювання свої цифрових активів генерувати нові NFT активи, дана діяльність носить ігрову назву – крафт.

Кількісної початкового значення цифрових активів не існує, тому що у правилах проекту зазначена лише одна можливість генерації активів через використання NFT активів. Тому стартовою потребою кожного користувача є наявність хоча б одного виду інструмента, який він може придбати за межами проекту на загальних крипто мережевих ринках.

Для пояснення значення коефіцієнта корисної дії (ККД) системи генерації активів та для кожного із 3 видів NFT активів, наведемо наступну формулу, яка бере в розрахунок загальні показники прибутку та витрат і рахує числове значення корисної дії, яке являється основоположним для кожної системи для блокчейн проєктів.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$\text{ККД} = (\text{Загальний вихід} - \text{Загальні витрати}) / \text{Загальні витрати} * 100\%$$

де:

– загальний вихід - сумарний вихід нових активів, згенерованих усіма механізмами генерації;

– загальні витрати - сумарні витрати на всі механізми спалювання.

За вказаними умовами, де кожен NFT актив генерує 35% прибутку свого цифрового активу при розрахунку на його досвідні витрати, можна модифікувати формулу:

$$\text{ККД} = (0.35 * \text{Загальні витрати} - \text{Загальні витрати}) / \text{Загальні витрати} * 100\%$$

Пояснення:

– $0.35 * \text{Загальні витрати}$ - це загальний вихід, що представляє 35% відсотків прибутку від усіх цифрових активів, згенерованих механізмами генерації;

– загальні витрати - сумарні витрати на всі механізми спалювання.

Отримане значення ККД відображає ефективність системи генерації активів, де 100% відповідає точної компенсації витрат, а значення більше 100% вказує на прибутковість системи. У даному випадку, ККД становить 35%, що означає, що в середньому кожен механізм генерації генерує 35% нових активів, включаючи свої витрати.

Всі параметри інформаційної моделі розраховувалися спираючись саме на дане значення, саме значення було визначене на стадії аналізу існуючих рішень та їх показнику. Було взято значення трохи вище за середнє для залучення більшої кількості аудиторії, хоч це і негативно впливає на систему, і може привести до перенасиченню кількості цифрових активів у системі, але саме для запобігання даної можливості були розробленні додаткові механізми уповільнення праці для кожного NFT активу, і не сильно впливає на загальний показник ККД.

Під час дослідження наявних проектів було проведено детальне дослідження вибору даного значення ККД.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок до розділу

У цьому розділі було проведено глибокий аналіз математичних аспектів системи генерації цифрових активів на блокчейн мережі WAX. При розробці математичної постановки задачі, було враховано різні фактори, такі як витрати на генерацію та спалювання активів, потенційний прибуток, а також інші економічні параметри.

Одним із ключових аспектів, що був введений у цьому розділі, є концепція коефіцієнта корисної дії (ККД). Цей показник визначає відношення між прибутком та витратами у системі генерації цифрових активів. Математична частина прорахована таким чином, що середній показник ККД для кожного NFT активу становить 35%. Загальний показник для усієї систем становить теж 35%, що є важливим показником. Також значення ККД вище за середній показник проаналізованих проектів.

У контексті математичної моделі було розглянуто формулу, яка детально враховує затрати на механізми спалювання та прибуток від механізмів генерації активів. Ця формула дозволяє обчислити різницю між сумою прибутку та сумою витрат у системі, що допомагає підтримувати баланс та ефективність генерації цифрових активів. Її застосування є ключовим для забезпечення стабільності та оптимальності функціонування системи.

Математичне забезпечення проекту є необхідною складовою для успішного розвитку системи генерації цифрових активів на мережі WAX. Воно дозволяє кількісно оцінювати ефективність системи, визначати оптимальні алгоритми та стратегії для управління активами. Детальне вивчення математичних аспектів допомагає забезпечити збалансованість, ефективність та стабільність генерації цифрових активів, що є важливими факторами успіху проекту на блокчейн платформі WAX.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

4 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Засоби розробки

При розробці даної системи використовувались певна кількість технічних засобів. Найважливіші з них будуть наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 4.1 – Технічні засоби використання під час розробки

Тип	Назва	Версія
Мови програмування	C++	14.36
Комплект для розробки програмного забезпечення	WAX Blockchain SDK	-
Інтерфейс	WAX Atomic Assets:	-
Інтерфейс прикладного програмування	WAX Cloud Wallet API	-
Блокчейн-дослідник	WAX Explorer	-
Вузли розгортання	WAX блокчейн вузли	-
Платформа розробки	Смарт-контракти WAX	-
Репозиторій	Github	-

Мова програмування C++ є однією з найпоширеніших та потужних мов програмування загального призначення. Вона має широке застосування в різних сферах, включаючи розробку смарт-контрактів на різних блокчейн-платформах, включаючи WAX.

Основні переваги використання мови C++ для написання смарт-контрактів на WAX мережі включають:

- широкий функціонал: C++ має багатий набір функцій та бібліотек, що дозволяє розробникам реалізувати складні логічні операції та функціонал у смарт-контрактах, це дозволяє реалізувати різноманітні функції, які можуть бути необхідні у вашому проекті на WAX мережі;

- швидкодія: C++ відомий своєю високою продуктивністю та швидкодією, тому це особливо важливо у контексті смарт-контрактів, оскільки вони виконуються на блокчейні в реальному часі, використання C++ дозволяє забезпечити оптимальну швидкодію виконання смарт-контрактів на WAX мережі;

- масштабованість: C++ має потужні механізми для роботи з пам'яттю та обробки даних, що дозволяє розробникам ефективно керувати ресурсами та масштабувати смарт-контракти на WAX мережі, це важливо, оскільки популярні блокчейн проекти можуть мати велику кількість користувачів та об'єм даних, які потрібно обробляти;

- існуюча експертиза та ресурси: C++ є однією з давніх та популярних мов програмування, що має велику спільноту розробників, це означає, що ви зможете легко знайти ресурси, документацію, підручники та підтримку від інших розробників, які використовують C++ для розробки смарт-контрактів на різних блокчейн-платформах, та велика спільнота також означає, що ви можете швидко отримати допомогу або поради, якщо у вас виникають питання або проблеми під час розробки смарт-контрактів для вашого проекту на WAX мережі;

- сумісність з WAX мережею: C++ має хорошу сумісність з WAX мережею, оскільки WAX підтримує мову C++ для розробки смарт-контрактів, це означає, що ви зможете використовувати розширення та бібліотеки, специфічні для WAX, для спрощення розробки та взаємодії з мережею.

Узагалі, використання мови C++ для написання смарт-контрактів на WAX мережі дозволяє забезпечити потужну та ефективну реалізацію логіки вашого проекту. Завдяки широкій функціональності, швидкодії, масштабованості та наявності ресурсів, C++ є важливим інструментом для розробки смарт-контрактів у вашому проекті на WAX мережі.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

WAX Blockchain SDK є набором інструментів розробки, який надається розробникам для створення додатків та сервісів на базі блокчейну WAX. Цей набір інструментів має велике значення в вашому проекті, оскільки надає доступ до функціональності блокчейну WAX та допомагає забезпечити інтеграцію вашого проекту з мережею WAX.

WAX Blockchain SDK надає розробникам можливість створювати смарт-контракти, взаємодіяти з WAX блокчейн вузлами, виконувати транзакції та отримувати оновлення стану блокчейну. Це дозволяє вам програмувати логіку вашого проекту на базі WAX, використовуючи мову програмування C++ або інші підтримувані мови.

За допомогою WAX Blockchain SDK, ви можете створювати та розгортати смарт-контракти на блокчейні WAX, налаштовувати їх правила та умови виконання. SDK надає інструменти для взаємодії з цифровими активами, мережею WAX, а також іншими розробниками, що сприяє створенню екосистеми та інтеграції вашого проекту з іншими додатками та сервісами на базі WAX.

WAX Atomic Assets: WAX Atomic Assets є стандартом інтерфейсу, який використовується для створення, обміну та управління цифровими активами на блокчейні WAX. Ця технологія грає важливу роль у вашому проекті, оскільки дозволяє створювати та маніпулювати унікальними цифровими активами, які можуть бути використані у вашій блокчейн-грі на основі Alien World. WAX Atomic Assets забезпечує стандартизацію та уніфікацію обміну цифровими активами на WAX мережі, що спрощує їх створення, торгівлю та використання в екосистемі вашого проекту.

WAX Cloud Wallet API: WAX Cloud Wallet API надає доступ до функціональності гаманця WAX. Цей API грає важливу роль у вашому проекті, оскільки дозволяє користувачам зручно взаємодіяти зі смарт-контрактами та цифровими активами вашої гри через інтерфейс гаманця. За допомогою WAX Cloud Wallet API, користувачі можуть створювати гаманці, керувати своїми активами, здійснювати торгівлю та виконувати інші операції в вашій грі

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

безпосередньо з гаранця WAX. Це спрощує процес взаємодії користувачів з вашою грою та забезпечує зручну інтеграцію з мережею WAX.

WAX Explorer: WAX Explorer є блокчейн-дослідником, який надає доступ до актуальних даних з блокчейну WAX. Ця технологія є корисною в вашому проекті, оскільки дозволяє вам перевіряти та аналізувати стан вашого блокчейну та смарт-контрактів. За допомогою WAX Explorer ви можете перевірити транзакції, стан рахунків, структуру блоків. Іншими словами, WAX Explorer дозволяє вам отримати доступ до ключових даних блокчейну WAX, що допомагає вам контролювати та аналізувати роботу вашого проекту. Ви можете використовувати WAX Explorer для перевірки історії транзакцій, виявлення розкладу блоків, перевірки статусу рахунків, а також для отримання загального уявлення про структуру блокчейну WAX. Ця інформація може бути корисною для моніторингу діяльності вашого проекту, відстеження змін та виявлення потенційних проблем.

WAX блокчейн вузли: WAX блокчейн вузли є вузлами, які виконують роль вузлів мережі WAX, обробляючи та підтверджуючи транзакції. Вони грають ключову роль у вашому проекті, оскільки забезпечують безперебійну роботу блокчейну WAX і забезпечують надійну комунікацію між користувачами та смарт-контрактами. WAX блокчейн вузли допомагають підтримувати розподілену природу блокчейну, забезпечують консенсус та децентралізацію мережі. Вони також дозволяють вам здійснювати взаємодію з мережею WAX, відправляти транзакції, отримувати оновлення стану та виконувати інші операції, необхідні для вашого проекту.

Смарт-контракти WAX: Смарт-контракти WAX є програмними кодами, які розгортаються на блокчейні WAX і виконуються автоматично згідно з умовами, записаними у контрактах. Вони відіграють важливу роль у вашому проекті, оскільки дозволяють вам встановлювати правила та логіку взаємодії між користувачами, цифровими активами та вашим блокчейн проектом. Смарт-контракти WAX дозволяють створювати та виконувати умови, такі як продаж, обмін, передача або використання цифрових активів. Вони забезпечують

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

автоматизовану та надійну взаємодію між різними учасниками вашої гри, забезпечуючи безпеку та прозорість операцій.

Смарт-контракти WAX дозволяють створювати правила гри, економічні моделі та взаємодію з різними функціями мережі WAX. Ви можете програмувати логіку для обробки транзакцій, створення нових цифрових активів, визначення прав доступу, валідації операцій та багато іншого. Завдяки смарт-контрактам ви можете створити унікальний та інноваційний геймплей, що сприяє економічному розвитку вашої блокчейн-гри на базі WAX.

Крім того, смарт-контракти WAX забезпечують безпеку та недвозначність операцій, оскільки їх виконання здійснюється на блокчейні, що є децентралізованою та незмінною системою. Це гарантує, що правила гри і обміну активами зафіксовані і неможливо змінити їх без погодження всіма учасниками мережі.

Загалом, смарт-контракти WAX є важливим елементом вашого проекту на базі крипто-мережі WAX. Вони дозволяють вам контролювати логіку гри, розподіляти цифрові активи та забезпечувати безпеку та прозорість у вашій блокчейн-грі.

4.2 Вимоги до технічного забезпечення

4.2.1 Загальні вимоги

Для створення проекту на крипто-мережі, включаючи проект на базі крипто-мережі WAX, існують загальні вимоги до технічного забезпечення, які потрібно враховувати. Ось кілька ключових вимог:

– інтернет-з'єднання: надійне та стабільне інтернет-з'єднання є важливим вимогою для роботи з крипто-мережами, воно дозволить здійснювати взаємодію з мережею, відправляти та отримувати транзакції, завантажувати дані з блокчейну та виконувати інші операції;

– обчислювальний ресурс: для розробки та виконання проекту на крипто-мережі, вам знадобиться достатній рівень обчислювального ресурсу, це включає

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

швидкість та потужність вашого комп'ютера або сервера, щоб забезпечити відповідну продуктивність під час розробки та взаємодії з мережею;

– сховище даних: зберігання та управління даними, пов'язаними з вашим проектом на крипто-мережі, є важливим аспектом, тому ви можете використовувати локальні або хмарні сховища даних, щоб зберігати блокчейн-дані, конфігураційні файли та інші ресурси, необхідні для роботи з мережею;

– безпека: безпека є невід'ємною частиною роботи з крипто-мережами, вам потрібно забезпечити захист ваших приватних ключів, резервне копіювання даних та застосування криптографічних протоколів для забезпечення безпеки транзакцій та комунікації з мережею.

Розробка та тестування середовища є важливими частинами процесу розробки проекту на крипто-мережі. Ось основні аспекти, до яких ви повинні мати доступ та підтримку засобів:

– розробницький інструментарій: ви повинні мати доступ до необхідного розробницького інструментарію для створення та впровадження вашого проекту, це може включати редактори коду, компілятори, засоби налагодження та інші інструменти, які допоможуть вам розробляти та тестувати смарт-контракти, інтеграції та інші компоненти вашого проекту;

– локальне тестування: для тестування вашого проекту перед розгортанням на живій мережі вам знадобиться локальне тестове середовище, це може бути локальний блокчейн, який дозволяє вам симулювати роботу крипто-мережі на вашому комп'ютері, тому це дозволяє вам випробувати та перевірити різні аспекти вашого проекту без ризику впливу на живу мережу;

– тестові мережі: крім локального тестування, ви можете використовувати тестові мережі, що надаються крипто-мережею, для випробування вашого проекту в реальному середовищі, але з використанням тестових активів, це дозволяє вам перевірити функціональність та надійність вашого проекту за умови, що ви не працюєте з реальними цифровими активами;

– моніторинг та налагодження: важливо мати засоби для моніторингу та налагодження вашого проекту на крипто-мережі, це може включати інструменти

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

для перегляду транзакцій, стану блоків, журналів помилок та інших діагностичних даних.

Ресурси сервера або ПК:

– RAM: рекомендується мати принаймні 16 ГБ оперативної пам'яті для забезпечення ефективної роботи при розробці на WAX мережі;

– процесор: рекомендується мати мінімум 4-ядерний процесор з високою частотою для оптимальної продуктивності при обробці блокчейн операцій.

Інтернет-з'єднання:

– швидкість з'єднання: рекомендується мати стабільне та швидке інтернет-з'єднання з достатньою пропускною здатністю для забезпечення ефективного взаємодії з WAX мережею та іншими користувачами, рекомендована швидкість 100 МБ/сек.

Програмне забезпечення:

– операційна система: зазвичай, проекти на WAX мережі можуть бути розроблені на різних операційних системах, включаючи Windows, macOS або Linux.

Це загальні числові технічні потреби, які можуть варіюватися в залежності від розміру та складності вашого проекту на WAX мережі. Перед розпочатком роботи над проектом, рекомендується ознайомитись з конкретними вимогами, рекомендаціями та документацією WAX мережі для точного встановлення технічних потреб вашого проекту.

4.3 Архітектура програмного забезпечення

Архітектура програмного забезпечення на WAX блокчейні зазвичай базується на принципах розподіленої мережі та смарт-контрактів EOSIO. Смарт-контракти EOSIO - це програми, що працюють на блокчейні і містять логіку, правила та умови, за якими функціонує додаток. Вони пишуться мовами програмування, такими як C++ або WebAssembly (WASM).

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

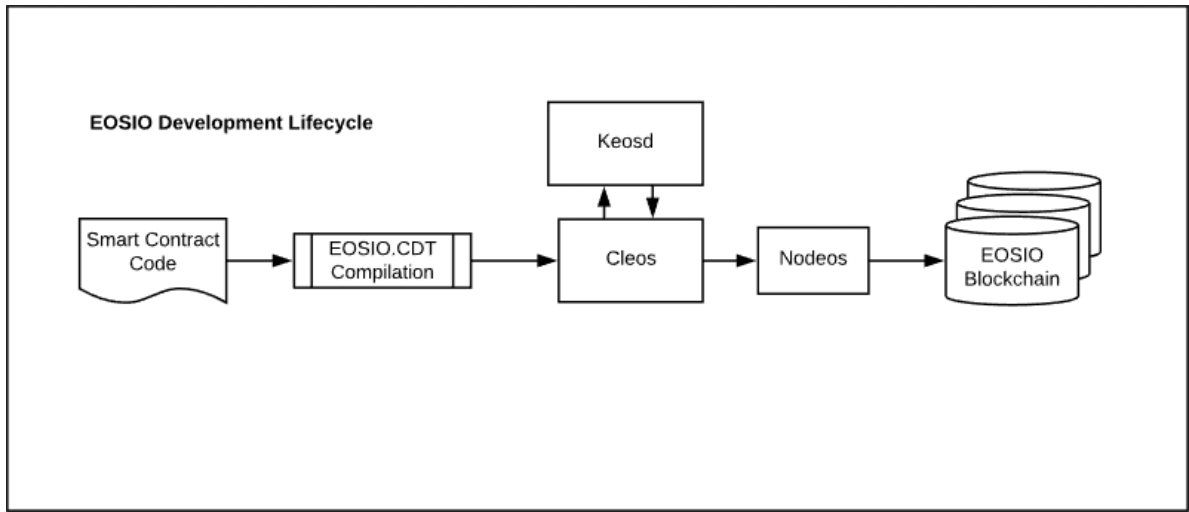


Рисунок 4.1 – Схема шаблону архітектури

Платформа EOSIO надає певну кількість компонентів та бібліотек, які використовуються для роботи з вузлами блокчейну, збору даних блокчейну, взаємодії з цими вузлами та побудови смарт-контрактів. Основним компонентом є nodeos (node + EOSIO = nodeos). Це основний демон вузла EOSIO, який можна налаштувати з використанням плагінів для запуску вузла. Прикладами використання є виробництво блоків, присвячені API-точки та локальна розробка. Cleos (CLI + EOSIO = cleos) - це інтерфейс командного рядка, який взаємодіє з nodeos, дозволяючи вам надсилати команди та дії до блокчейну. Cleos також взаємодіє з keosd (key + EOSIO = keosd), локальним компонентом, який безпечно зберігає ключі EOSIO. Візуальне представлення на рисунку 4.1.

Для побудови смарт-контрактів вам потрібен EOSIO.CDT, набір інструментів та бібліотек, розроблених Block.one, які генерують бінарні інструкції або байт-код WebAssembly в файли wasm. Згенеровані файли wasm є смарт-контрактами, які можуть бути розгорнуті на блокчейнах EOSIO.

4.3.1 Діаграма класів

На рисунку 4.2 зображені основні класи, які зберігаються та розташовані на базі блокчейн смарт-контрактах. Усього існує 6 основних класів двох типів: interface, action. У класах «action» розташовані та ініціалізовані усі таблиці даних

та дії, які повинен приймати та обробляти смарт-контракт при отриманні транзакції до нього. Як раз цей розділ є «серцем» смарт-контрактів, тому що саме тут визначаються функції, які може обробити смарт-контракт системи.

У класах «interface» відбувається виклик тих самих дії та таблиць. Саме тут будується загальна логіка та взаємозв'язки між таблицями та діями. Якщо класи «action» відповідають лише за себе та свою працездатність, то у цих класах йде повний збір смарт-контракту. Також у цих класах стоять загальні та допоміжні перевірки рівня доступу та чисельні обмеження, які були визначенні на етапі математичного проектування.

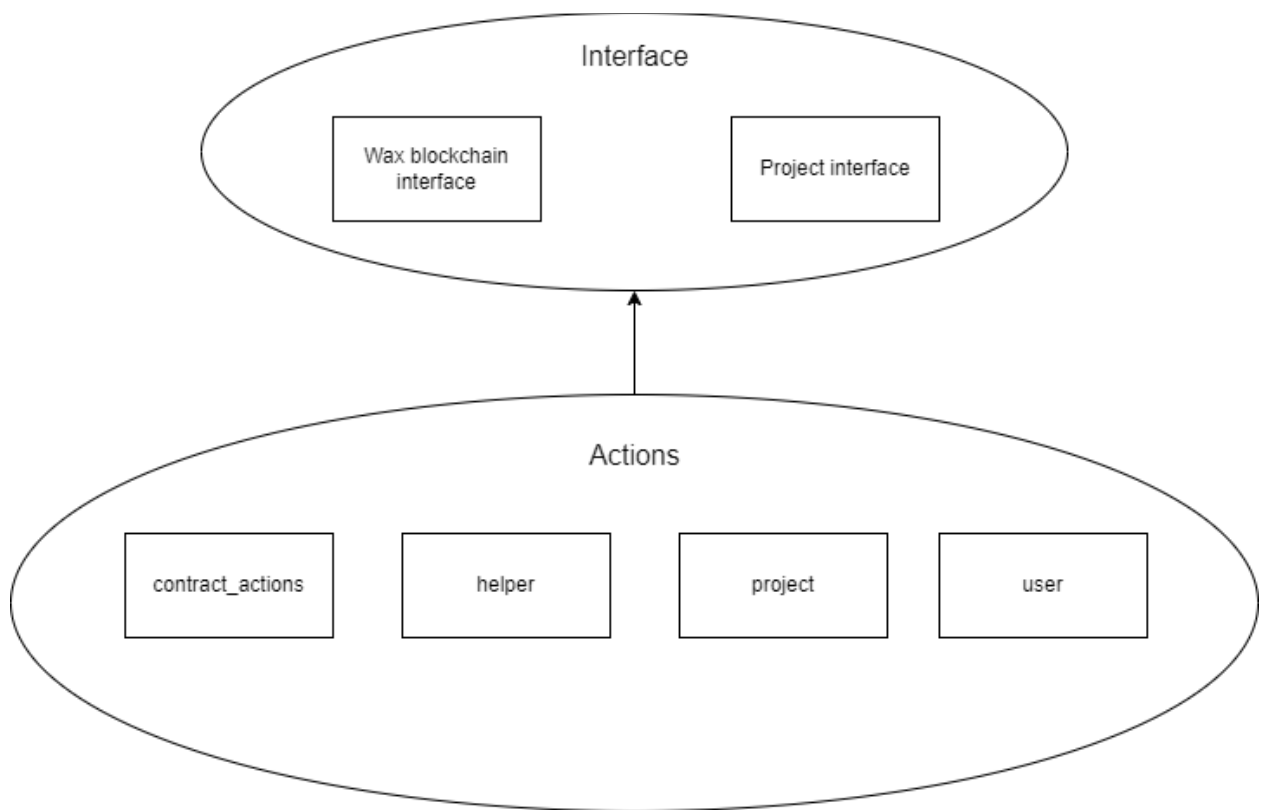


Рисунок 4.2 – Діаграма класів проекту

На рисунку 4.2 зображені усі класи системи, які розділені на 2 основних типу: «action», «interface», класи кожного типу являються рівноцінними по їх рівню доступу та рівню виклику. А усі класи типу «action» стоять на рівень нижче ніж класи «interface».

4.3.2 Діаграма послідовності

На кресленнику IC91.210БАК.004 ДЗ зображена діаграма послідовності в системі, яка наглядно відображає послідовність взаємодій між різними об'єктами проекту, зокрема користувачем, смарт-контрактами та вузлами блокчейну. Ця діаграма дозволяє прослідкувати кроки виконання операцій та передачу інформації в системі.

На кресленнику видно, як користувач взаємодіє з системою шляхом взаємодії з смарт-контрактами проекту. Користувач ініціює різні дії, такі як створення нових активів, передачу або спалювання активів, а також отримання інформації про стан активів. Ці дії передаються до смарт-контрактів, які перевіряють умови та правила системи і виконують відповідні операції на блокчейні. І після підтвердження змін на стороні блокчейну система теж оновлюється за необхідністю. Користувач також отримує оновлення, якщо вони будуть стосуватися його персонального гаманцю, а якщо ні – то оновлену інформацію він може зчитати з системи за допомогою інтерфейсу системи.

Крім того, діаграма також відображає взаємодію з вузлами блокчейну. Це показує, як транзакції, інформація та оновлення системи розповсюджуються між різними вузлами блокчейну для досягнення консенсусу та забезпечення безпеки. Ця діаграма покращує розуміння послідовності подій і взаємодій в системі, допомагає ідентифікувати можливі проблеми або неузгодженості та дозволяє уточнити процеси взаємодії між об'єктами системи. Вона є важливим інструментом для аналізу та вдосконалення системи генерації цифрових активів на блокчейн мережі WAX.

4.3.3 Діаграма компонентів

На діаграмі компонентів, що зображена на кресленнику IC91.210БАК.004 Д4, показана архітектура та структура компонентів системи генерації цифрових

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

активів на блокчейн мережі WAX. Ця діаграма дозволяє зрозуміти, які компоненти складають систему та як вони взаємодіють між собою.

На діаграмі видно наявність таких компонентів:

– користувач: представляє собою активного учасника системи, який взаємодіє з нею, користувач може створювати нові активи, передавати їх, отримувати інформацію про стан активів та виконувати інші операції;

– смарт-контракти: ці компоненти є основними будівельними блоками системи, вони містять програмний код та правила, які визначають поведінку системи, та смарт-контракти відповідають за виконання різних операцій, таких як генерація нових активів, спалювання, переведення власності та інші;

– блокчейн: представляє собою розподілену базу даних, в якій зберігається інформація про всі транзакції та стан активів, блокчейн забезпечує надійність, непереборність та прозорість системи, а також забезпечує реплікацію даних між вузлами;

– вузли блокчейну: це комп'ютери або сервери, які підключені до блокчейн мережі, вони забезпечують обробку транзакцій, валідацію та зберігання блоків даних, також кожен вузол має свою копію блокчейну та бере участь у процесі консенсусу;

– EOSIO: використовує алгоритм доказу віртуального рахунку (Delegated Proof of Stake - DPoS), що дозволяє досягти швидкості транзакцій та високої масштабованості, він також має вбудовану систему управління ресурсами, яка дозволяє ефективно розподіляти обмежені ресурси мережі, такі як обчислювальна потужність та пам'ять;

– допоміжні компоненти, такі як «SDK» (Software Development Kit), «API» (Application Programming Interface), «Explorer», «AtomicHub» і «AtomicAssets», є важливими елементами, які забезпечують коректне розгортання та роботу системи на вузлах блокчейну.

Всі ці компоненти разом допомагають забезпечити правильне функціонування системи на WAX блокчейні, забезпечуючи розгортання, взаємодію та управління додатками та цифровими активами.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

Візуальне зображення компонентів системи на рисунку 4.4 детально розкриває усі взаємозв'язки та залежності її частин, демонструє рівні між компонентами та можливості їх сполучення. Діаграма компонентів є однією з найважливішої з частин проектування інформаційних систем.

4.3.4 Специфікація функцій

У таблиці 4.2, яка включає функції, використовані у смарт-контрактах, надано докладний опис параметрів та значень цих функцій у системі. Ця таблиця складається з 18 основних функцій, які використовуються для різних операцій з таблицями даних, таких як зміна даних, додавання нової інформації та видалення записів.

Кожна функція в таблиці має свій унікальний набір параметрів, які дозволяють виконувати конкретні операції з даними. Ці параметри включають інформацію про таблиці, рядки, стовпці та інші важливі елементи, необхідні для взаємодії з даними у системі.

Наприклад, деякі функції можуть використовуватися для отримання значень певних полів у таблиці, інші - для зміни цих значень або видалення відповідних записів. Докладний опис кожної функції надає зрозумілість та чіткість у використанні цих операцій, що є важливим для розробників та користувачів системи.

Таблиця 4.2 – Специфікація функцій смарт-контрактів

Назва функції	Параметри	Опис
tokentransfer	name from, name to, asset quantity, string memo	Переводить токени між гаманцями
addtoken	name user, asset quantity	Додає токени до внутрішнього балансу користувача
rmtoken	name user, asset quantity	Забирає токени із

		внутрішнього балансу користувача
stake	name from, name to, std::vector <uint64_t> asset_ids, std::string memo	Додає NFT до внутрішнього гаманцю користувача
addstake	name from, std::vector <uint64_t> asset_ids	Встановлює NFT користувача до роботи
unstake	name user, std::vector <uint64_t> asset_ids	Вилучає NFT із ігрового гаманцю користувача
delstaket	name user	Очищення даних о робочих NFT
delreguserst	-	Видаляє зареєстрованого користувача
deluserstate	name user	Видаляє інформаційні поля користувача
settoolconf	int32_t &template_id, asset ics_repair, asset ici_repair, asset &icg_repair, asset &mine, asset &ics_craft, asset &ici_craft, asset &icg_craft, uint8_t &uses	Визначення конфігурації NFT
ralltoolconf	-	Видалення даних із таблиці зареєстрованих NFT у роботі
rtoolconfig	int32_t &template_id	Видалення шаблону конфігурації NFT
setstuckconf	int32_t template_id, uint8_t initial, uint8_t increase, uint8_t time_hours	Визначення конфігурації NFT у роботі

rallstuckcon	-	Видалення даних із таблиці пошкоджених NFT
rstuckconfig	int32_t &template_id	Видалення шаблону NFT із роботи
settokenconf	uint8_t id, string token, uint8_t fee	Визначення властивостей токенів
ralltokencon	-	Видалення даних із таблиці токенів
rtokenconfig	uint8_t id	Видалення обраних даних із таблиці токенів

Таблиця опису специфікацій функцій дуже детально розкриває параметри кожної функції системи та описує її цільове значення у роботі системи генерації цифрових активів в платформі WAX.

Висновок до розділу

У цьому розділі було проведено докладне розглядання програмного та технічного забезпечення проекту, яке є важливим елементом його реалізації. Визначені були основні засоби розробки, які будуть використовуватися для створення системи.

Одним із ключових аспектів системи є смарт-контрактна архітектура, яка забезпечує ефективну взаємодію між користувачем та блокчейн вузлами. Смарт-контракти виступають як програмні коди, які автоматизують та регулюють взаємодію з цифровими активами на блокчейні WAX. Вони забезпечують надійність, безпеку та автономність виконання операцій у системі.

Крім того, для зрозуміння структури та компонентів системи були розроблені діаграми. Діаграма класів детально відображає класи, які використовуються в системі, а також взаємозв'язки між ними. Це дозволяє

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

розробникам та іншим зацікавленим сторонам краще зрозуміти архітектуру системи та взаємодію між її складовими елементами.

Діаграма компонентів відображає основні компоненти системи та їх взаємодію. Ця діаграма надає візуальне представлення архітектури системи та допомагає усвідомити розподіл функціональності між різними компонентами. Вона також сприяє виявленню потенційних залежностей та взаємозв'язків між компонентами системи, що є важливим для розуміння та планування роботи проекту.

Значущим інструментом для моделювання взаємодії між об'єктами та компонентами системи є діаграма послідовності. Ця діаграма дозволяє візуалізувати послідовність обміну повідомленнями та викликів між об'єктами системи протягом певного часового інтервалу. На діаграмі послідовності можна зобразити, які об'єкти взаємодіють між собою, які повідомлення передаються, а також в якому порядку вони відбуваються. Вона дозволяє виявити головні етапи взаємодії та послідовність дій між об'єктами, що створює можливість для аналізу та оптимізації процесів у системі.

Ці діаграми є важливим інструментом для команди розробників та інших зацікавлених сторін, оскільки вони допомагають краще усвідомити структуру системи та сприяють плануванню, розробці та управлінню проектом. Використання цих інструментів сприяє покращенню спілкування та співпраці всіх учасників проекту, а також допомагає уникнути можливих проблем під час розробки та реалізації системи.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Керівництво користувача

Розділ «Керівництво користувача» в контексті розробки смарт-контрактів може бути замінений на випробування роботи смарт-контрактів. Тому що для зручного користування програмою користувачу буде надано візуальний інтерфейс, який вже буди викликати та створювати усі необхідні транзакції по блокчейну.

Для демонстрації роботи користувача зі смарт-контрактами будемо звертатися до них вручну через відсилання транзакцій за допомогою мережевого гаманця Anchor. Дані тести будуть проводитися на тестовій мережі WAX testnet. Як підтвердження роботи відстежуватимемо результат на блокчейні через WAX explorer.

Для початку роботи з системою користувач повинен зареєструвати свій гаманець у системі. Для цього існує функція смарт-контракта «regnewuser».

The screenshot shows a transaction confirmation window. At the top, it displays the number of actions (1), the transaction expiration (2 minutes from now), and the transaction status (Signed Transaction). Below this, there are two buttons: 'Broadcast Transaction' and 'Close'. The main section is titled 'Action Details' and contains a code block with the following JSON structure:

```
{
  "account": "industrialgm",
  "name": "regnewuser",
  "authorization": [
    {
      "actor": "accfortest55",
      "permission": "owner"
    }
  ],
  "data": "504AC62A5FBA1032"
}
```

Рисунок 5.1 – Реєстрація нового користувача

Перевіримо, чи з'явився новий користувач у таблиці даних accounts за допомогою WAX explorer.

#	account	pickaxe	drill	mine_machine	ics	ici	icg
1	accfortest11	1	1	2	1.0000 ICS	0.0000 ICI	0.0000 ICG
2	accfortest12	1	2	2	22.0000 ICS	6.0000 ICI	0.0000 ICG
3	accfortest13	2	2	2	1.0000 ICS	1.0000 ICI	1.0000 ICG
4	accfortest14	1	1	1	9885.0000 ICS	7336.0000 ICI	8680.0000 ICG
5	accfortest15	0	1	1	400.0000 ICS	3800.0000 ICI	9554.0000 ICG
6	accfortest22	2	2	2	10000.0000 ICS	10000.0000 ICI	10000.0000 ICG
7	accfortest55	2	2	2	10000.0000 ICS	10000.0000 ICI	10000.0000 ICG
8	grifflygrip1	0	0	0	10000.0000 ICS	10000.0000 ICI	10000.0000 ICG
9	hamsomewax11	2	2	2	3045.0000 ICS	4554.0000 ICI	4546.0000 ICG
10	industrialgm	2	2	2	10000.0000 ICS	10000.0000 ICI	10000.0000 ICG

Рисунок 5.2 – Пошук користувачів через WAX explorer

Для тестування на рахунок користувача автоматично додаються внутрішні цифрові активи у розмірі 10000 одиниць кожного виду.

Наступним кроком для користувача стане генерація нового NFT активу за кошти токенів.

Для створення нового NFT використаємо функцію «craft» смарт-контракта.

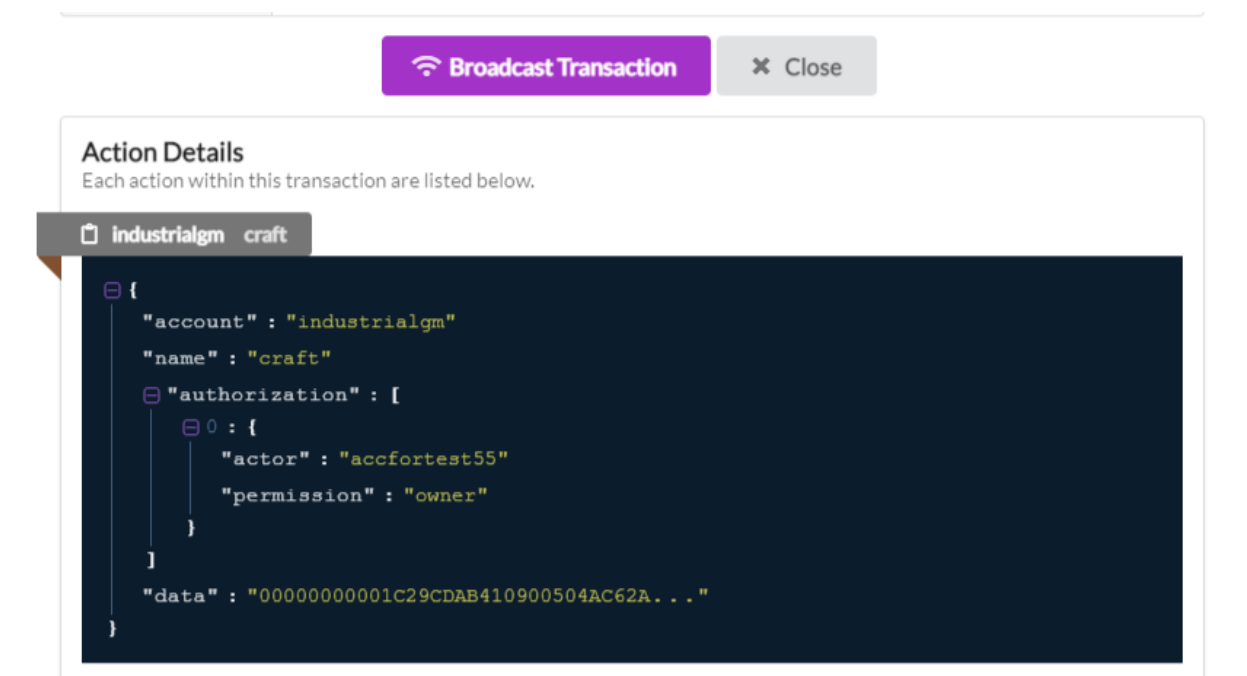


Рисунок 5.3 – Створення нового NFT

Для перевірки результати перейдемо до інструменту відображення NFT активів на мережі WAX, як приклад такого інструменту використаємо AtomicHub.

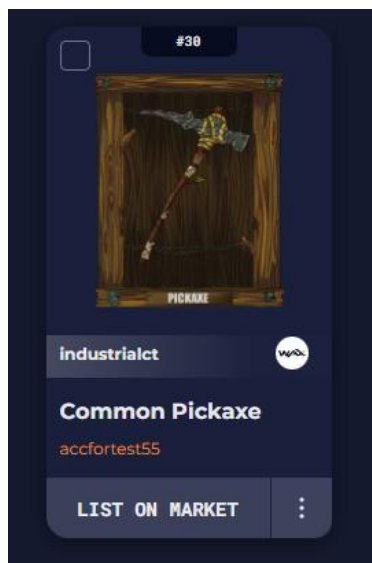


Рисунок 5.4 – Новостворений NFT актив користувача

Наступним кроком користувачу потрібно відправити свою NFT до внутрішнього гаманця проекту за допомогою функції «transfer».

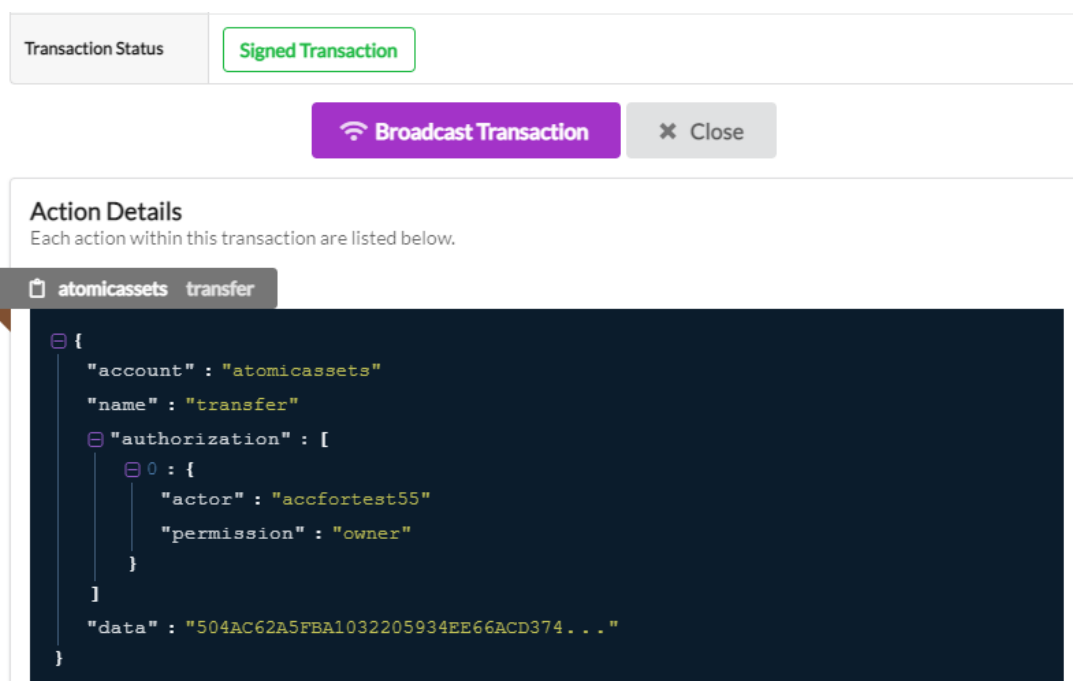


Рисунок 5.5 – Відправка NFT активу до внутрішнього гаманця гри

Для перевірки знайдемо цей актив за ім'ям користувача у таблиці даних «tools» через WAX explorer.

Enter Parameters

Scope: Lower Bound:

Upper Bound: Limit:

Table Result

#	asset_id	account	template_id	uses	availability
1	1099556391225	accfortest55	606635	10	1

Рисунок 5.6 – Перевірка наявності NFT користувача

Наступним кроком користувач повинен установити свій NFT актив у роботи, у цьому йому допоможе функція «farm» смарт-контракта.

Action Details
Each action within this transaction are listed below.

```

{
  "account": "industrialgm"
  "name": "farm"
  "authorization": [
    {
      "actor": "accfortest55"
      "permission": "owner"
    }
  ]
  "data": "504AC62A5FBA10323909AB0200010000"
}

```

Рисунок 5.7 – Постанова NFT активу у роботу

Тепер перевіримо, чи стоїть NFT актив користувача у роботі. Знайдемо стан активу у таблиці даних «userstate».

Enter Parameters

Scope: Lower Bound:

Upper Bound: Limit:

Table Result

#	type	assets_id	time
1	1	1099556391225	2023-05-23T19:50:19

Рисунок 5.8 – Перевірка стану NFT

Бачимо нашу NFT у стані роботи та час у UTC форматі, коли актив був встановлений до праці.

Після 30 хвилин користувач має змогу зняти NFT з роботи та отримати згенеровані цифрові активи. Для цього використаємо функцію «unfarm» смарт-контракта.

Action Details
Each action within this transaction are listed below.

```

{
  "account": "industrialgm"
  "name": "unfarm"
  "authorization": [
    {
      "actor": "accfortest55"
      "permission": "owner"
    }
  ]
  "data": "504AC62A5FBA10323909AB0200010000"
}

```

Рисунок 5.9 – Зняття NFT з роботи

Тепер перевіримо стан балансу користувача на отримання нових згенерованих цифрових активів. Знову для даної перевірки будемо використовувати WAX explorer.

7	accfortest55	1	2	2	10000.0000 ICS	9300.0000 ICI	9650.0000 ICG
---	--------------	---	---	---	----------------	---------------	---------------

Рисунок 5.10 – Баланс користувача до зняття NFT

7	accfortest55	2	2	2	10005.0000 ICS	9300.0000 ICI	9650.0000 ICG
---	--------------	---	---	---	----------------	---------------	---------------

Рисунок 5.11 – Баланс користувача після зняття NFT

Як ми бачимо користувач отримав 5 токенів ICS за 30 минут роботи NFT.

Для завершення тесту відремонтуємо NFT, оновимо його зносостійкість за допомогою функції «fullrepair» смарт-контракта.

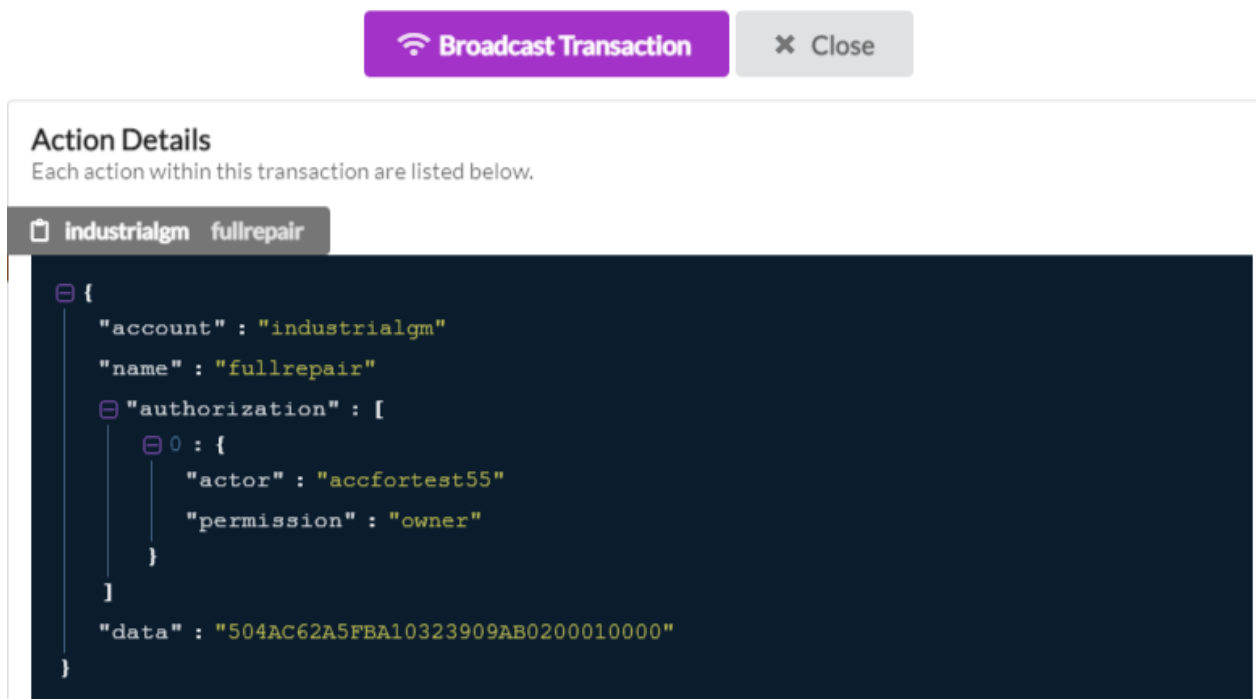


Рисунок 5.12 – Відновлюємо зносостійкість NFT користувача

Перевіримо результат на блокчейні через WAX explorer.

Enter Parameters

Scope: accfortest55

Lower Bound: Lower Bound

Upper Bound: Upper Bound

Limit: 10

REFRESH

Table Result

#	asset_id	account	template_id	uses	availability
1	1099556391225	accfortest55	606635	10	1

Рисунок 5.13 – Інформація по NFT активам користувача

Як ми бачимо, поле «uses» прийняло значення 10, а після одного використання мало бути 9.

Також перевіримо, чи змінився баланс користувача після виконання операції ремонту.

7	accfortest55	2	2	2	9965.0000 ICS	9300.0000 ICI	9650.0000 ICG
---	--------------	---	---	---	---------------	---------------	---------------

Рисунок 5.14 – Оновлений баланс користувача

Завершуючи тестування керівництва користувача спробуємо повернути NFT актив до особистого гаманця користувача за допомогою функції «withdrawtool».

Broadcast Transaction Close

Action Details
Each action within this transaction are listed below.

industrialgm withdrawtool

```

{
  "account": "industrialgm"
  "name": "withdrawtool"
  "authorization": [
    {
      "actor": "accfortest55"
      "permission": "owner"
    }
  ]
  "data": "504AC62A5FBA1032013909AB02000100..."
}

```

Рисунок 5.15 – Виведення NFT до особистого гаманця користувача

Перевіримо результат на блокчейні через WAX explorer.

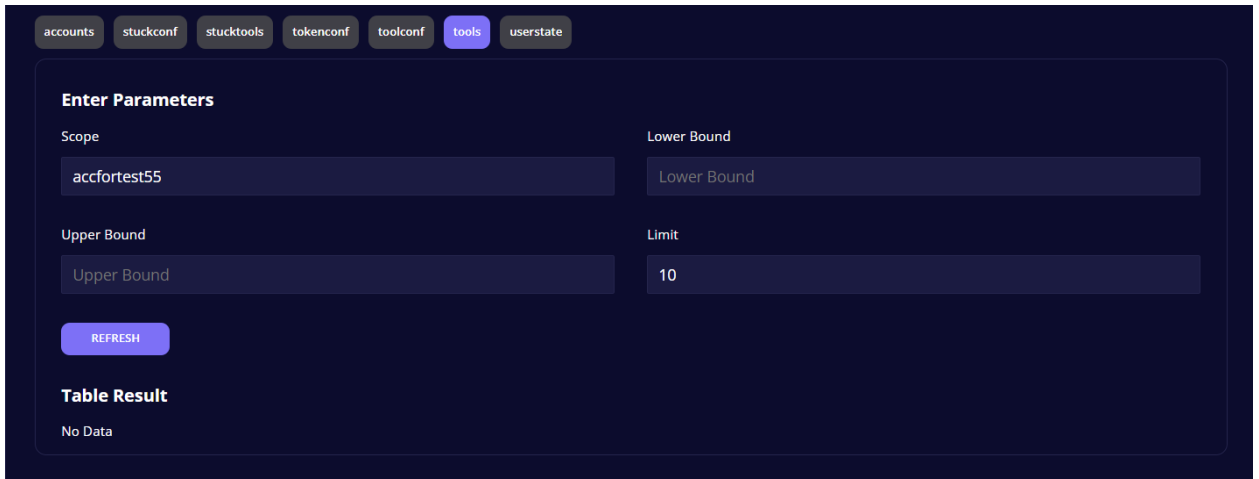


Рисунок 5.16 – Інформація по внутрішнім NFT користувача

Як ми бачимо більше у нашого користувача не має жодної NFT на внутрішньому гаманці гри. Але він з'явився вже на особистому гаманці користувача. Для цього подивимося на історію обмінів NFT активів користувача.

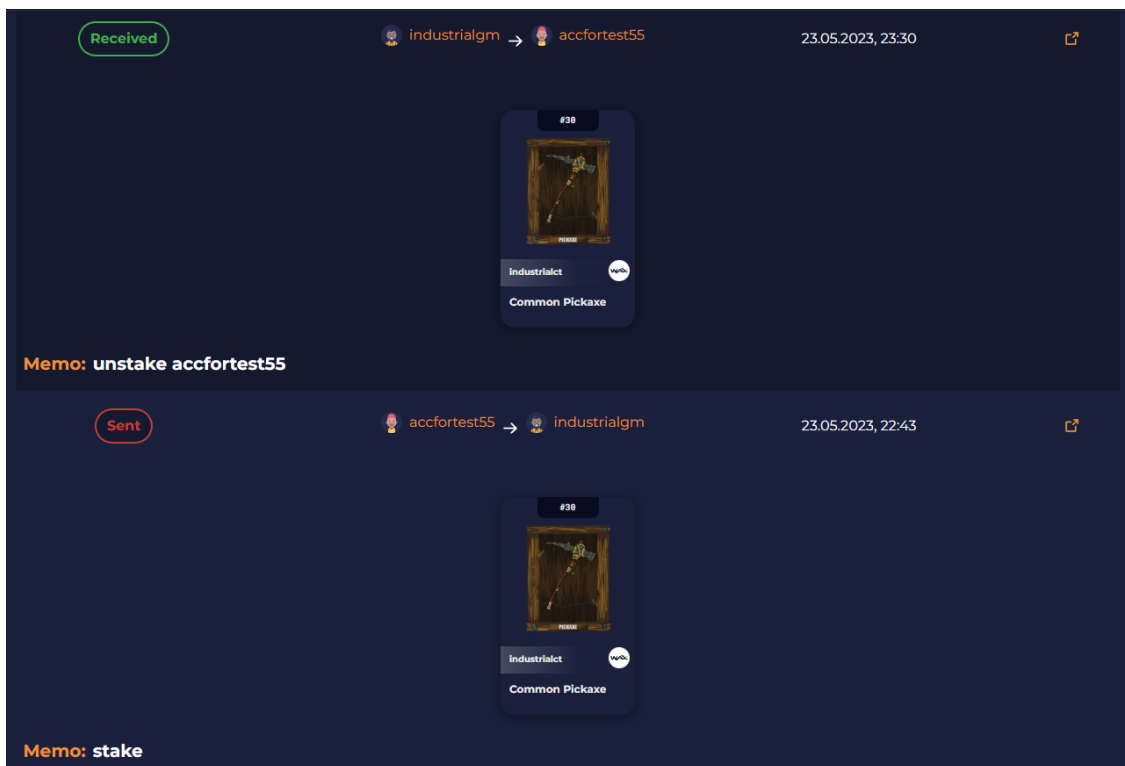


Рисунок 5.17 – Історія обмінів користувача

На рисунку 5.17 можемо бачити, що користувач спочатку відправив свій NFT актив до внутрішнього гаманця гри, а після забрав його назад до особистого гаманця.

Останнім тестом перевіримо функцію «withdraw», через яку користувач має змогу виводити свої цифрові активи до особистого гаманця.

Для тесту будемо виводити 500 цифрових токенів ICS.

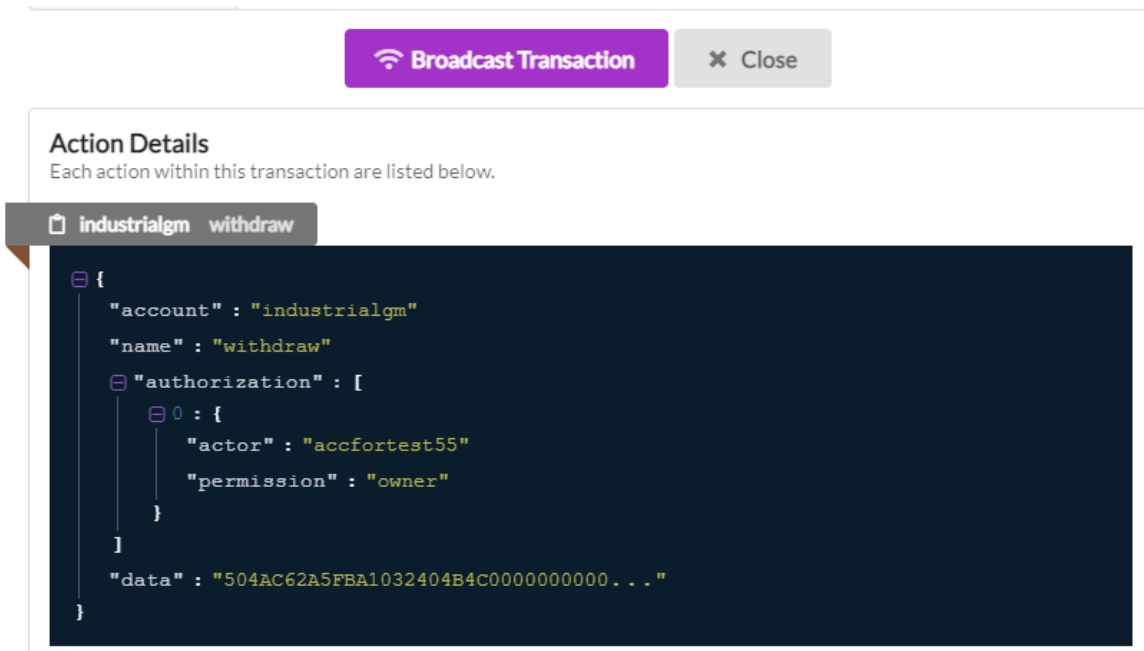


Рисунок 5.18 – Вивід цифрових токенів користувача до особистого гаманця

Для перевірки транзакції подивимося на оновлений внутрішній баланс користувача та подивимося на баланс токенів на його особистому гаманці.

7	accfortest55	2	2	2	9465.0000 ICS	9300.0000 ICI	9650.0000 ICG
---	--------------	---	---	---	---------------	---------------	---------------

Рисунок 5.19 – Оновлений внутрішній баланс користувача

accfortest55	🕒	0,0000	0,0000	470,0000
--------------	---	--------	--------	----------

Рисунок 5.20 – Баланс особистого гаманця користувача

У результаті користувач отримав 470 токенів ICS, тому що при виводі цифрових активів система зчитує комісійне значення від суми зняття. Тому ми коректно працювали зі смарт-контрактами через ручне відправлення транзакцій, усі транзакції завершили працю без помилок. Дані оновилися на мережі, усі зміни були записані на вузли блокчейну і видні через WAX explorer для кожного користувача.

5.2 Випробування програмного продукту

5.2.1 Мета випробувань

Метою проведення випробувань є перевірка працездатності написаних смарт-контрактів. Для тестування працездатності буде викликатися основні функції через відправку транзакції по блокчейну. Усі результати будуть відображені вже на вузлах блокчейну.

5.2.2 Загальні положення

– ГОСТ 34.603–92. Інформаційна технологія. Види випробувань автоматизованих систем;

– ГОСТ РД 50-34.698-90. Автоматизовані системи вимог до змісту документів.

5.2.3 Результати випробувань

Нижче наведені таблиці що містять випробування, їх описи, покроково розписані дії, їх очікувані та фактичні результати. Було проведено 6 тестів розробленої системи через написання смарт-контрактів, були протестовані основні функції та дії, які включають у себе використання допоміжних функцій та дії, які в автоматичному порядку викликаються із тестованою дією.

Основними сценаріями для тестування були обрані: реєстрація користувача, генерація цифрових активів, введення та виведення цифрових та NFT активів, генерація NFT активів та відновлення характеристик NFT активів.

Усі наведені та тестовані сценарії повинні працювати без будь-яких затримок чи помилок, бути повністю автономними та багато поточними на вузлах блокчейна. Непередбачуваними помилками повинні стати лише можливі збої мережі WAX, але для запобігання цього будемо проводити декілька запусків тестів.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 5.1 – Тест реєстрації користувача

Назва:	Тест реєстрації користувача	
Функція:	Реєстрації, regnewuser	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію реєстрації нового гаманця користувача	Очікуваний результат: Транзакція успішно завершується, ім'я гаманця нового користувача додається до таблиць даних	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію реєстрування нового ім'я гаманця користувача	Транзакція функції «regnewuser» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Смарт-контракт перевіряє користувача на новизну	Користувач перевірен, гаманець додається до таблиць даних	Пройдений
Післяумова:		
Таблиця даних оновлюється. Користувач доданий до таблиці	Транзакція функції реєстрації нового користувача завершена без помилок	Пройдений

Таблиця 5.2 – Тест генерації цифрових активів

Назва:	Тест генерації цифрових активів	
Функція:	Генерації, issue	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію генерацію обраного цифрового активу	Очікуваний результат: Транзакція успішно завершується, на гаманці системи з'являються згенеровані цифрові активи	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію генерації обраного цифрового активу	Транзакція функції «issue» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Блокчейн оброблює транзакцію на генерацію цифрових активів	Блокчейн проводить транзакцію без помилок	Пройдений
Післяумова:		
На гаманці системи з'являються згенеровані активи. Баланс оновлен	Транзакція генерації цифрового активу завершується без помилок	Пройдений

Таблиця 5.3 – Тест введення та виведення цифрових активів

Назва:	Тест введення та виведення цифрових активів	
Функція:	Withdraw / Deposit	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію переводу цифрових активів між користувачем та системою	Очікуваний результат: Транзакція переводу успішно виконається, баланс зміниться на суму переводу, цифрові активи будуть переслані	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію переводу цифрових активів	Транзакція функції «deposit» / «withdraw» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Смарт-контракт перевіряє наявність та кількість активів для переводу	Смарт-контракт успішно перевірів наявність активів	Пройдений
Післяумова:		
Система завершила перевод. Баланс система та користувача оновлен	Транзакція переводу цифрових активів завершена без помилок	Пройдений

Таблиця 5.4 – Тест генерації NFT активу

Назва:	Тест генерації NFT активу	
Функція:	Craft	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію генерації обраного NFT активу та змінює баланс користувача на затрачену суму	Очікуваний результат: Транзакція генерації NFT успішно виконається, баланс користувача буде змінено на затрачену суму цифрових активів за генерацію	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію генерації обраного NFT	Транзакція функції «craft» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Смарт-контракт перевіряє баланс користувача на достатність цифрових активів	Смарт-контракт успішно перевірів достатність балансу	Пройдений
Післяумова:		
Система завершила генерацію NFT, користувач отримав актив, баланс змінен	Транзакція генерації NFT активу завершена без помилок	Пройдений

Таблиця 5.5 – Тест введення та виведення NFT активу

Назва:	Тест введення та виведення NFT активу	
Функція:	Stake/Unstake	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію переводу NFT активу між користувачем та системою	Очікуваний результат: Транзакція введення та виведення NFT успішно виконається, станеться обмін між користувачем та системою	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію переводу NFT активу	Транзакція функції «stake», «unstake» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Смарт-контракт перевіряє статус NFT активу, зносостійкість має бути повною	Смарт-контракт успішно перевірів властивості активу	Пройдений
Післяумова:		
Система завершила перевод NFT активу, користувач та система здійснили обмін	Транзакція переводу NFT активу завершена без помилок	Пройдений

Таблиця 5.6 – Тест відновлення характеристик NFT активу

Назва:	Тест відновлення характеристик NFT активу	
Функція:	Repair	
Дія: Система за викликом створює та проводить транзакцію відновлення характеристик NFT активу	Очікуваний результат: Транзакція відновлення характеристик NFT успішно виконається, баланс користувача зменшиться, NFT актив відновить свої характеристики	Результат тесту:
Передумова:		
За викликом система створює транзакцію ремонтування NFT активу	Транзакція функції «repairtool» створюється без помилок	Пройдений
Кроки тесту:		
Смарт-контракт перевіряє достатність балансу користувача на проведення операції	Смарт-контракт успішно перевіряє баланс користувача	Пройдений
Післяумова:		
Система завершила відновлення характеристик NFT, баланс користувача змінено на затрачену кількість	Транзакція відновлення характеристик NFT активу завершена без помилок	Пройдений

Висновок до розділу

У розділі «Технологічний розділ» були представлені ключові аспекти технологічного забезпечення розробленої інформаційної системи для генерації цифрових активів в блокчейн-платформі WAX. Розділ включав керівництво користувача та випробування програмного продукту з метою перевірки його функціональності та ефективності.

У підрозділі «Керівництво користувача» було надано детальну інструкцію щодо використання системи. Це включало опис доступних функцій, послідовність дій для взаємодії з системою та пояснення різних можливостей, які користувачі можуть використовувати для управління своїми цифровими активами.

Підрозділ «Випробування програмного продукту» мав на меті оцінити функціональність та ефективність розробленої системи. Були встановлені мета випробувань, визначені загальні положення та проведено докладний аналіз результатів випробувань.

Після виконання випробувань було підтверджено, що програмний продукт є надійним, функціональним та відповідає вимогам користувачів. Результати випробувань підтвердили, що система забезпечує ефективну взаємодію зі сховищем даних та блокчейн-мережею WAX, а також відповідає вимогам безпеки та швидкодії.

Таким чином, розділ «Технологічний розділ» підтвердив успішну реалізацію технологічного компоненту проекту, демонструючи готовність системи до використання та високу якість розробленого програмного продукту.

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

ВИСНОВКИ

У рамках даного дипломного проекту була розроблена інформаційна система для генерації цифрових активів в блокчейн-платформі WAX. Процес розробки проходив за кількома основними розділами, що включали загальні положення, інформаційне забезпечення, математичне забезпечення, програмне та технічне забезпечення, а також технологічний розділ.

У розділі «Загальні положення» було проведено опис предметного середовища, огляд наявних аналогів та постановку задачі. Це надало контекст для подальшого розвитку проекту і визначило його унікальні особливості.

В розділі «Інформаційне забезпечення» були розглянуті вхідні та вихідні дані, описана структура бази даних та вирішено питання структури масивів інформації. Це забезпечило необхідний фундамент для зберігання та обробки даних в системі.

У розділі «Математичне забезпечення» були викладені змістовна та математична постановки задачі, обґрунтований метод розв'язання та описані використовувані методи. Цей розділ дав математичний підхід до розв'язання задач проекту та сприяв його оптимізації та ефективності.

У розділі «Програмне та технічне забезпечення» були розглянуті засоби розробки, вимоги до технічного забезпечення та архітектура програмного забезпечення. Також було надано опис функцій, які сприяють зручній взаємодії користувачів з системою.

Розділ «Технологічний розділ» включав керівництво користувача, яке надавало детальні інструкції щодо використання інформаційної системи з генерації цифрових активів. Це дозволяло користувачам легко орієнтуватись у функціональності системи та виконувати необхідні дії з керування активами.

Також, в рамках розділу «Технологічний розділ», проводилися випробування програмного продукту з метою перевірки його функціональності та ефективності. Були визначені мета випробувань, загальні положення та детально описані результати випробувань. Це дозволило перевірити працездатність

					ІС91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

системи, виявити можливі помилки та забезпечити високу якість програмного продукту.

В результаті роботи над дипломним проектом було досягнуто наступні результати: розроблена надійна та проста в використанні інформаційна система для генерації цифрових активів в блокчейн-платформі WAX; система інтегрована на блокчейн мережу, яка може бути використана для проектів зі схожою токеномікою; реалізований функціонал для взаємодії зі смарт-контрактами розгорнутими в блокчейн-мережі WAX; розроблена стратегія розгортання платформи з використанням сучасних технологій контейнеризації та оркестрації.

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. C++ Programming Language URL:

<https://cplusplus.com/>

2. WAX Explorer URL:

<https://wax.bloks.io/>

3. WAX Smart Contracts URL:

<https://developer.wax.io/>

4. WAX Labs URL:

<https://labs.wax.io/>

5. WAX SDK URL:

<https://developer.wax.io/en/api-reference/dfuse/>

6. WAXP URL:

<https://www.wax.io/>

7. Atomichub URL:

<https://wax.atomichub.io/>

8. Atomic Assets URL:

<https://github.com/pinknetworkx/atomicassets-contract>

9. Git URL:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/Git>

10. Anchor URL:

<https://www.greymass.com/anchor>

11. WAX Developer Portal URL:

<https://developer.wax.io/>

12. WAX Cloud Wallet API Docs URL:

<https://developer.wax.io/en/wax-cloud-wallet/>

13. WAX GitHub Repository URL:

<https://github.com/worldwide-asset-exchange>

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

14. WAX Whitepaper URL:

<https://github.com/worldwide-asset-exchange/whitepaper>

15. Eosio Documents URL:

<https://github.com/EOSIO/eosio.cdt>

16. C++ Reference URL:

<https://en.cppreference.com/w/>

17. WAX Developer Community URL:

<https://www.wax.io/community>

18. WAX NeftyBlocks URL:

<https://neftyblocks.com/>

					IC91.210БАК.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

Додаток А
Тексти програмного коду

https://github.com/sunnezOP/icf_diploma_back

