

ЛУЧКА Василь Васильович

**Інтерфейс обміну криптовалюти на основі
смарт-контракту Solidity / Cryptocurrency
exchange interface based on the Solidity smart
contract**

спеціальність: 122 - Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма - Комп'ютерні науки

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КН-41
В. В. Лучка

Науковий керівник:
І. Р. Кіт

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

" ____ " _____ 20 ____ р.

Завідувач кафедри
_____ **М. П. Комар**

ТЕРНОПІЛЬ - 2024

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління
Освітній ступінь «бакалавр»
спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ М.П. Комар
« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЛУЧКА Василь Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Інтерфейс обміну криптовалюти на основі смарт-контракту Solidity / Cryptocurrency exchange interface based on the Solidity smart contract

керівник роботи Кіт Іван Романович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 12 грудня 2023 р. № 753.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи 15 травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу студента, наукові статті, технічна література.

4. Основні питання, які потрібно розробити:

- проведення детального аналізу технології блокчейн, включаючи історію розвитку, основні принципи роботи та типи блокчейнів;
- оцінка поточного стану і тенденцій розвитку блокчейн-технологій, зокрема, у контексті криптовалютних бірж;
- дослідження механізмів інтеграції смарт-контрактів у існуючі криптовалютні біржі;
- розробка та тестування смарт-контрактів для автоматизації процесів торгівлі, управління транзакціями та збереження безпеки;
- вивчення можливостей та обмежень платформи ethereum для реалізації смарт-контрактів;
- дослідження переваг та недоліків використання ethereum у контексті децентралізованих додатків (dapps) та смарт-контрактів;
- вивчення архітектури та принципів роботи популярних децентралізованих бірж, зокрема uniswap;
- аналіз переваг та недоліків різних версій uniswap;
- розробка зручного та інтуїтивно зрозумілого користувацького інтерфейсу для взаємодії зі смарт-контрактами;
- забезпечення надійної серверної частини для обробки транзакцій.

5. Перелік графічного матеріалу в роботі:

- алгоритм роботи додатку;
- знімки роботи системи.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Затвердження теми кваліфікаційної роботи, ознайомлення з літературними джерелами та складання плану роботи.	до 01.01. 2024 р.	
2	Написання 1 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.03. 2024 р.	
3	Написання 2 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.04.2024 р.	
4	Написання 3 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.05. 2024 р.	
5	Представлення попереднього варіанту кваліфікаційної роботи, перевірка та внесення змін керівником	до 15.05.2024 р.	
6	Опрацювання зауважень та представлення завершеного варіанту кваліфікаційної роботи. Підготовка супроводжуючих документів.	до 20.05.2024 р.	
7	Перевірка кваліфікаційної роботи на оригінальність тексту у системі «Unichesk».	до 10.06.2024 р.	
8	Оформлення кваліфікаційної роботи та отримання допуску до захисту	до 14.06.2024 р.	
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні атестаційної комісії.	до 14.06. 2024 р.	

Студент _____ В.В. Лучка
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ І.Р. Кіт
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Інтерфейс обміну криптовалюти на основі смарт-контракту Solidity» на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітньої програми «Комп'ютерні науки» написана обсягом в 44 сторінки і містить 22 ілюстрації, 2 додаток та 22 використаних джерел.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та аналіз методу обміну криптовалюти з використанням децентралізованих протоколів для створення високоякісних та захищених контрактів.

Методи досліджень: аналіз академічних статей, технічної документації, white papers (наприклад, документація Uniswap), блогів та форумів, Порівняльний аналіз функціоналу, зручності використання, безпеки та продуктивності інтерфейсів різних DEX.

Результати дослідження: розроблено ефективний інтерфейс, який спрощує процес обміну криптовалюти на основі смарт-контракту Solidity.

Результати роботи можуть бути використані у різних сферах децентралізованих фінансів, розробки блокчейн додатків, а також для освітніх та дослідницьких цілей.

Ключові слова: БЛОКЧЕЙН, СМАРТ-КОНТРАКТИ, КРИПТОВАЛЮТА, ОБМІН, ІНТЕРФЕЙС.

ANNOTATION

Qualification work on the topic “Cryptocurrency exchange interface based on the Solidity smart contract” for the degree of Bachelor in the specialty 122 “Computer Science” of the educational program “Computer Science” is written in 44 pages and contains 22 illustrations, 2 annexes and 22 references.

The purpose of this qualification work is to develop and analyze a method of cryptocurrency exchange using decentralized protocols to create high-quality and secure contracts.

Research methods: analysis of academic articles, technical documentation, white papers (e.g., Uniswap documentation), blogs and forums, comparative analysis of the functionality, usability, security and performance of the interfaces of various DEX.

Research results: an effective interface has been developed that simplifies the process of cryptocurrency exchange based on the Solidity smart contract.

The results can be used in various areas of decentralized finance, blockchain application development, as well as for educational and research purposes.

Keywords: BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS, CRYPTOCURRENCY, EXCHANGE, INTERFACE.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	9
1.1.Огляд технології блокчейн та використання його.....	9
1.2 Інтеграція смарт-контрактів у скрипти криптовалютних бірж	14
1.3 Блокчейн мережа Ethereum	16
1.4 Постановка задачі дослідження.....	20
2 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	23
2.1. Загальна структура проєктованої системи	23
2.2. Алгоритмічне забезпечення	25
2.3. Інформаційне забезпечення.....	28
3 ПРОГРАМНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ.....	31
3.1. Користувацький інтрефейс.....	31
3.2. Програмна реалізація серверної частини.....	37
3.3. Тестування	41
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТОК А Алгоритм роботи додатку	50
ДОДАТОК Б Апробація отриманих результатів	51

ВСТУП

Актуальність роботи. Протягом останнього десятиліття технологія блокчейн здобула значний інтерес у різних галузях завдяки здатності забезпечувати децентралізоване, безпечне та прозоре управління даними. Криптовалюти, такі як Bitcoin та Ethereum, стали найпопулярнішими додатками блокчейну, привертаючи увагу як інвесторів, так і розробників. Спеціально Ethereum, завдяки підтримці смарт-контрактів та децентралізованих додатків (DApps), суттєво розширив можливості блокчейн-технології, дозволяючи створювати автоматизовані та надійні фінансові інструменти.

Серед найперспективніших розробок у сфері децентралізованих фінансів варто відзначити криптовалютні біржі, які використовують смарт-контракти для забезпечення безпеки та автоматизації торгівлі. Однією з таких платформ є Uniswap, що завдяки своїй інноваційній архітектурі стала лідером серед децентралізованих бірж.

Цей проєкт має на меті дослідження та розробку інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum. Це дозволить забезпечити ефективний та прозорий обмін цифровими активами. Інтеграція смарт-контрактів у криптовалютні біржі дозволить досягти високого рівня автоматизації та безпеки, що має велике значення у сучасному цифровому фінансовому середовищі.

Метою даного проєкту є розробка інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів, створених на платформі Ethereum з використанням мови програмування Solidity. Цей інтерфейс повинен забезпечити децентралізовану, безпечну та автоматизовану торгівлю криптовалютами, а також сприяти підвищенню прозорості та ефективності обміну цифровими активами.

У рамках даного дослідження вирішуються наступні завдання:

- проведення детального аналізу технології блокчейн, включаючи історію розвитку, основні принципи роботи та типи блокчейнів;
- оцінка поточного стану і тенденцій розвитку блокчейн-технологій, зокрема, у контексті криптовалютних бірж;

- дослідження механізмів інтеграції смарт-контрактів у існуючі криптовалютні біржі;
- розробка та тестування смарт-контрактів для автоматизації процесів торгівлі, управління транзакціями та збереження безпеки;
- вивчення можливостей та обмежень платформи ethereum для реалізації смарт-контрактів;
- дослідження переваг та недоліків використання ethereum у контексті децентралізованих додатків (dapps) та смарт-контрактів;
- вивчення архітектури та принципів роботи популярних децентралізованих бірж, зокрема uniswap;
- аналіз переваг та недоліків різних версій uniswap;
- розробка зручного та інтуїтивно зрозумілого користувацького інтерфейсу для взаємодії зі смарт-контрактами;
- забезпечення надійної серверної частини для обробки транзакцій.

Об'єктом дослідження є криптовалютні біржі, зокрема їхній інтерфейс та функціонування на основі смарт-контрактів платформи Ethereum. Предметом дослідження є розробка та аналіз інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів, зокрема їхні можливості, ефективність та безпека.

Предметом дослідження є розробка та аналіз інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення роботи й практичні результати дослідження доповідалися й обговорювалися: «Інтерфейс обміну криптовалюти на основі смарт-контракту SOLIDITY» прийняті до публікації в збірнику за матеріалами VI Всеукраїнська студентська конференція «Експериментальні та теоретичні дослідження в контексті сучасної науки» (21.06.2024, м. Рівне, Україна).

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1.Огляд технології блокчейн та використання його

Блокчейн став однією з визначних технологічних історій останнього десятиліття. Хоча про нього говорять всюди, чіткого розуміння його сутності та принципів роботи не завжди вистачає. Незважаючи на свою репутацію як складної технології, основна концепція блокчейну досить проста і має значний потенціал для трансформації різних галузей.

Принцип роботи блокчейну базується на децентралізованій системі, де дані зберігаються в блоках, які з'єднані у ланцюг що надає надійність та безпеку див.  рисунок 1.1..

Основний принцип полягає у таких кроках:

- Транзакції.

Користувачі проводять транзакції, які потім групуються разом у блоках.

- Блоки.

Кожен блок містить певну кількість транзакцій, а також унікальний ідентифікатор, відомий як хеш, який підтверджує його інтегритет і зв'язок з попереднім блоком.

- Розподілене зберігання.

Копії цієї ланцюжкової структури зберігаються на кожному вузлі мережі, що робить систему децентралізованою та стійкою до змін.

- Незмінність даних.

Після того, як блок додано до ланцюжка, він стає незмінним, оскільки будь-яка спроба змінити чи видалити дані вимагатиме відповідної зміни у всіх наступних блоках, що робить маніпуляцію вкрай складною і малоімовірною.



Рисунок 1.1. Процес роботи технології Блокчейн

Цей процес забезпечує безпеку, надійність та прозорість у мережі, де кожен учасник може перевірити історію транзакцій та впевнитися в її вірності без необхідності довіряти централізованій стороні.

Давайте розглянемо хронологію розвитку блокчейну. У 1991 році вчені-дослідники Стюарт Хейбер і В. Скотт Сторнетта представили технологію блокчейн. Ці вчені хотіли отримати якесь обчислювальне практичне рішення для позначення часу на цифрових документах, щоб вони не могли бути змінені або неправильно датовані. Тому обидва вчені разом розробили систему за допомогою криптографії. У цій системі документи з позначкою часу зберігаються у вигляді ланцюжка блоків.

Після цього в 1992 році компанія Merkle Trees створила юридичну корпорацію, використовуючи систему, розроблену Стюартом Хабером і В. Скоттом Сторнеттою, з деякими додатковими функціями. Таким чином, технологія блокчейн стала ефективною для зберігання декількох документів, які потрібно було зібрати в один блок. Меркл використовував захищений ланцюжок блоків, який

зберігає кілька записів даних у послідовності. Однак ця технологія перестала використовуватися, коли в 2004 році вийшов патент.

У 2000 році Стефан Конст опублікував свою теорію криптографічних захищених ланцюжків, а також ідеї щодо її реалізації.

А в 2004 році криптографічний активіст Хел Фінні представив систему цифрових грошей, відому як "Багаторазове підтвердження роботи"(Reusable Proof of Work). Цей крок став переломним в історії блокчейну та криптографії. Ця система допомагає іншим вирішити проблему подвійних витрат, зберігаючи право власності на токени, зареєстровані на довіреному сервері.

Після цього 2008 року Сатоші Накамото концептуалізував концепцію "розподіленого блокчейну" у своїй роботі: "A Peer to Peer Electronic Cash System". Він модифікував модель дерева Меркла і створив систему, яка є більш безпечною і містить захищену історію обміну даними. Його система працює на основі однорангової мережі з позначкою часу. Його система стала настільки корисною, що криптографія стала основою блокчейну.

Вже після цього еволюція блокчейну стала стабільною та перспективною і стала необхідною в різних галузях. У 2009 році Сатоші Накамото випускає Bitcoin White Paper .

Технологія блокчейн настільки безпечна, що наступна дивовижна новина стане доказом цього. Людина на ім'я Джеймс Хауеллс був IT-працівником у Великій Британії, він починає видобувати біткоїни, які є частиною блокчейну, у 2009 році і припиняє це робити у 2013 році. Він витратив на це \$17 000, а після того, як припинив, продав частини свого ноутбука на eBay і залишив диск з собою, щоб, коли йому знову знадобиться працювати з біткоїнами, він міг його використати, але під час прибирання свого будинку в 2013 році він розтрощив свій диск зі сміттям, і тепер його біткоїни коштують майже \$127 мільйонів. Ці гроші зараз залишаються в системі біткоїн неможливими для отримання.

2014 рік став переломним для технології блокчейн. Технологія блокчейн відокремлюється від валюти і народжується Blockchain 2.0. Фінансові установи та

інші галузі почали переорієнтовуватися з цифрової валюти на розвиток технологій блокчейн.

Початок 2015 році було запущено Ethereum Frontier Network, що дозволило розробникам писати смарт-контракти та додатки, які можна розгортати в реальній мережі. Того ж року Фонд Linux запустив проєкт Hyperledger.

Слово Blockchain прийнято як єдине слово замість двох різних концепцій, як це було в оригінальній статті Накамото.

Того ж року було використано помилку в коді Ethereum DAO, що призвело до зламу мережі Ethereum. Біржа біткоїнів Bitfinex була зламана, в результаті чого було викрадено 120 000 біткоїнів.

У 2017 році Японія визнала біткоїн законною валютою. Компанія Block.one представила операційну систему блокчейн EOS, призначену для підтримки комерційних децентралізованих додатків.

А у 2018 році біткоїну виповнилося 10 років. Вартість біткоїна продовжувала падати, досягнувши на кінець року позначки \$3 800. Онлайн-платформи, такі як Google, Twitter та Facebook, заборонили рекламу криптовалют.

Вже у 2019 році кількість транзакцій у мережі Ethereum перевищила 1 мільйон на день. Amazon оголосив про загальну доступність сервісу Amazon Managed Blockchain на AWS.

На стейблкоїни був попит, оскільки вони обіцяли більшу стабільність, ніж традиційні криптовалюти. Того ж року Ethereum запустив Beacon Chain в рамках підготовки до Ethereum 2.0.

Ethereum перейшов від механізму консенсусу Proof of Work (PoW) до Proof of Stake (PoS) у 2021. Оригінальна мережа Ethereum об'єдналася з ланцюжком Beacon Chain, який має доказ частки (Proof-of-Stake). Тепер вони існують як один ланцюжок. Енергоспоживання Ethereum скоротилося на ~99,95%.

Існує 4 основних типи блокчейнів рисунок 1.2:

- Public Blockchain (публічний)
- Private Blockchain (приватний)
- Hybrid Blockchain (гібридний)



Рисунок 1.2. Чотири типи блокчейн технології

Розглянемо кожний з них детальніше. Почнімо з “Public Blockchain”. Ці блокчейни повністю відкриті для дотримання ідеї децентралізації. Оскільки цей блокчейн називається публічним, він є відкритим для громадськості, а це означає, що він не належить нікому. Будь-хто, хто має інтернет і комп'ютер з хорошим апаратним забезпеченням, може брати участь в цьому публічному блокчейні. Всі комп'ютери в мережі зберігають копії інших вузлів або блоків, присутніх в мережі. У цьому публічному блокчейні ми також можемо виконувати перевірку транзакцій або записів

Наступний ‘Private Blockchain’ Це блокчейни не настільки децентралізовані, як публічний блокчейн: лише обрані вузли можуть брати участь у процесі, що робить його більш безпечним, ніж інші.

Вони не такі відкриті, як публічний блокчейн. Вони відкриті лише для деяких авторизованих користувачів. Ці блокчейни працюють в закритій мережі. У цій мережі в межах компанії/організації дозволено брати участь лише кільком людям.

Hybrid Blockchain Це змішаний вміст приватного і публічного блокчейнів, де частина контролюється певною організацією, а інша частина робиться видимою як публічний блокчейн.

Consortium Blockchain Це творчий підхід, який вирішує потреби організації. Цей блокчейн підтверджує транзакцію, а також ініціює або отримує транзакції.

Також відомий як федеративний блокчейн. Це інноваційний метод для вирішення потреб організації. Частина є загальнодоступною, а частина - приватною. У цьому типі більш ніж одна організація управляє блокчейном.

Основні характеристики технології блокчейн включають децентралізацію, прозорість, незмінність та автоматизацію. Ці елементи можуть бути застосовані в різних галузях, створюючи безліч варіантів використання. Нижче наведені найбільш актуальні, на нашу думку, варіанти використання блокчейну для підприємств, установ та урядів:

- Енергетика та сталий розвиток.
- Цифрова ідентифікація.
- Спорт та кіберспорт.
- Охорона здоров'я та медико-біологічні науки.
- Право.

1.2 Інтеграція смарт-контрактів у скрипти криптовалютних бірж

В умовах стрімкого розвитку криптовалют безперебійне та безпечне виконання транзакцій має першорядне значення. Смарт-контракти, революційна інновація, що з'явилася завдяки технології блокчейн, стали ключовим інструментом для автоматизації та забезпечення надійності угод у децентралізованих системах. Оскільки попит на ефективні, прозорі та захищені від підробки біржі зростає, інтеграція смарт-контрактів у скрипти криптовалютних бірж може змінити спосіб проведення транзакцій.

Криптовалютні біржі відіграють ключову роль у торгівлі цифровими активами. Ці онлайн-платформи дозволяють користувачам купувати, продавати та

обмінювати різні криптовалюти, такі як біткойн, ефіріум та альткоїни. Біржі є ринковим майданчиком, де трейдери можуть отримати доступ до цін у режимі реального часу, виконувати замовлення та здійснювати транзакції. Вони пропонують різні види торгівлі, включаючи спотову, маржинальну та ф'ючерсну торгівлю, задовольняючи різноманітні вподобання користувачів та їхній апетит до ризику. Крім того, біржі сприяють встановленню цін, забезпеченню ліквідності та підвищенню ефективності ринку, з'єднуючи покупців і продавців по всьому світу. Забезпечуючи легкий доступ до крипторинку, біржі також викликають занепокоєння щодо безпеки, регулювання та прозорості. Їх еволюційний ландшафт продовжує формувати більш широке прийняття та сприйняття криптовалют, роблячи значний внесок у динамічний світ цифрових фінансів, що швидко розширюється.

Впровадження смарт-контрактів у біржові скрипти передбачає інтеграцію самодостатнього коду в торговельну платформу для розширення її функціональності та можливостей. Така інтеграція має ряд переваг, таких як підвищена безпека, прозорість і автоматизація. Смарт-контракти можна використовувати для автоматизації виконання угод, управління розрахунками та покращення загального користувацького досвіду. Щоб впровадити смарт-контракти в біржові скрипти, розробникам потрібно:

- Визначити варіанти використання.
- Кодування.
- Інтеграція.
- Безпека.
- Тестування.
- Зручний інтерфейс, який дозволить користувачам безперешкодно взаємодіяти з функціоналом смарт-контрактів.
- Документація.
- Розгортання.
- Моніторинг та обслуговування.

Впровадження смарт-контрактів у біржові скрипти може надати платформі розширені функціональні можливості, забезпечуючи автоматизацію, безпеку та інноваційні функції, які покращують загальний торговельний досвід для користувачів. Однак важливо забезпечити належні заходи безпеки і ретельне тестування, щоб запобігти потенційним вразливостям і ризикам.

У сфері криптовалютних скриптів, що швидко розвивається, злиття смарт-контрактів зі скриптами криптовалютних бірж знаменує собою значний стрибок до більшої ефективності, безпеки та надійності. Ця синергія обіцяє вирішити давні проблеми біржової екосистеми, такі як ризики контрагентів, затримка розрахунків і непрозорість процесів. Як свідчать кроки, вже зроблені в цьому напрямку, потенційні переваги незаперечні - зниження рівня шахрайства, мінімізація ручного втручання і підвищення довіри користувачів. Однак цей шлях не позбавлений викликів, включаючи технічні складнощі, регуляторні міркування та необхідність забезпечення безперебійного користувацького досвіду. Подальше дослідження, розробка та інтеграція смарт-контрактів на криптовалютних біржах, ймовірно, визначатимуть траєкторію розвитку галузі в найближчі роки. Сприяючи інноваціям, заохочуючи співпрацю та забезпечуючи надійну основу, зацікавлені сторони можуть колективно прокласти курс до нової ери обміну, яка буде безпечною, прозорою та по-справжньому децентралізованою.

1.3 Блокчейн мережа Ethereum

Технологія блокчейн отримала широку популярність з появою біткоїна у 2009 році. Біткойн - це криптовалюта, яка працює на технології блокчейн, і на сьогоднішній день є найпопулярнішою та найрейтинговішою криптовалютою. Ефіріум був вперше випущений у 2015 році. Вже через два роки після випуску він був визнаний другою найкращою блокчейн-мережею, перше місце посів біткоїн. Мережа Ethereum набула більш глобального інтересу, коли Китай заявив, що це найкраща блокчейн-мережа з усіх коли-небудь створених.

Ethereum - це блокчейн-мережа, яка представила вбудовану мову програмування, яка може бути використана для створення різних децентралізованих додатків (також званих Dapps). Мережа Ethereum працює на власній криптовалюті під назвою "ефір".

Наразі мережа Ethereum відома тим, що дозволяє реалізовувати смарт-контракти. Смарт-контракти можна уявити як "криптографічні банківські скриньки", які містять певні цінності.

Ці криптографічні сейфи можуть бути відкриті лише при виконанні певних умов.

На відміну від біткоїна, Ethereum - це мережа, яку можна застосовувати в різних інших секторах. Ethereum часто називають Blockchain 2.0, оскільки він довів потенціал технології блокчейн за межами фінансового сектору.

Механізм консенсусу, що використовується в Ethereum, - це Proof of Stakes (PoS), який є більш енергоефективним у порівнянні з тим, що використовується в мережі Bitcoin, тобто Proof of Work (PoW). PoS залежить від розміру частки, якою володіє вузол.

Переваги Ethereum .Найбільш помітною перевагою Ethereum є його роль першопрохідця у впровадженні інтелектуальних контрактів у світ блокчейну. Смарт-контракти - це самодостатні, захищені від підробки угоди із заздалегідь визначеними правилами, які автоматично виконуються при виконанні певних умов. Вони уможливають автоматизовані транзакції, що не потребують довіри, усуваючи необхідність у посередниках, таких як банки чи юристи.

Децентралізація. Мережа Ethereum працює децентралізовано через вузли, розташовані по всьому світу. Це означає, що жодна організація або центральний орган не контролює платформу, що робить її стійкою до цензури, маніпуляцій або єдиної точки відмови. Децентралізація підвищує безпеку та зміцнює довіру між користувачами, гарантуючи, що транзакції та дані прозоро і незмінно реєструються в блокчейні.

Прозорість і безпека. Всі транзакції та смарт-контракти, виконані на Ethereum, реєструються в публічному реєстрі, що забезпечує безпрецедентну

відкритість. Така прозорість знижує ймовірність шахрайства та корупції, оскільки будь-хто може перевірити справжність транзакцій. Крім того, функції безпеки Ethereum, такі як криптографічне шифрування та механізми децентралізованого консенсусу, роблять його дуже стійким до атак.

Гнучкість і кастомізація. Гнучкість Ethereum дозволяє розробникам створювати різноманітні децентралізовані додатки та токени для різних сценаріїв використання. Мова програмування Ethereum, Solidity, підтримує смарт-контракти з повним виконанням Тьюринга, що дозволяє створювати складні та кастомізовані додатки. Ця адаптивність призвела до появи різних інноваційних проєктів, включаючи платформи децентралізованих фінансів (DeFi), ринки невзаємозамінних токенів (NFT) і багато іншого.

Зростаюча екосистема Ethereum. Ефіріум сприяв створенню процвітаючої екосистеми, що швидко розвивається. Його відкрита природа заохочує до співпраці та інновацій, що призвело до появи багатьох проєктів, протоколів та ініціатив, побудованих на цій платформі. Токени та додатки на основі Ethereum набули широкого розповсюдження, приваблюючи користувачів та інвесторів. Мережевий ефект, породжений цією зростаючою екосистемою, зміцнює позицію Ethereum як лідера в блокчейн-просторі.

Інтероперабельність і стандарти. Прийняття Ethereum загальних стандартів, таких як ERC-20 (для взаємозамінних токенів) і ERC-721 (для не взаємозамінних дозволів), значно сприяло інтероперабельності блокчейн-активів. Ці стандарти отримали широке визнання, полегшуючи створення та обмін квитками між різними DApps і платформами. Це спростило розробку та інтеграцію рішень на основі блокчейну.

Підтримка спільноти та розробників. Ethereum може похвалитися великою та активною спільнотою розробників, ентузіастів та зацікавлених сторін, які глибоко зацікавлені в його розвитку та вдосконаленні. Ця потужна підтримка спільноти призводить до безперервного розвитку, досліджень та оновлень для вирішення проблем і розширення можливостей платформи.

Перехід на Ethereum 2.0. Ethereum активно вирішує проблеми масштабованості та енергоспоживання за допомогою Ethereum 2.0. Це багатоетапне оновлення передбачає перехід від механізму консенсусу Proof-of-Work (PoW) до більш енергоефективного механізму консенсусу Proof-of-Stake (PoS). Він також включає в себе ланцюжки шардів для поліпшення масштабованості. Очікується, що після повного впровадження Ethereum 2.0 значно підвищить продуктивність і стійкість платформи.

Економічні стимули. Нативна криптовалюта Ethereum, Ефір (ETH), є паливом для виконання смарт-контрактів і сховищем цінності. Ця система фінансових стимулів заохочує учасників захищати мережу, підтверджувати транзакції та розробляти додатки, створюючи самодостатню екосистему.

Недоліки Ethereum. Ефіріум, безсумнівно, є революційною блокчейн-платформою, але, як і будь-яка технологія, вона має свою частку недоліків і проблем. Розуміння цих недоліків має важливе значення для комплексного бачення позиції Ефіріуму в екосистемі блокчейну.

Проблеми з масштабуванням. Ethereum зіткнувся зі значними проблемами масштабування, особливо при високому перевантаженні мережі. Зі збільшенням кількості користувачів і транзакцій в мережі, це може призвести до уповільнення часу підтвердження і підвищення комісій за транзакції. Поточна пропускна здатність блокчейну обмежена і становить близько 30 транзакцій в секунду (TPS). Це блідне в порівнянні з традиційними платіжними мережами, такими як Visa, які можуть обробляти тисячі TPS.

Регуляторні виклики. Оскільки Ethereum і ширший криптовалютний простір продовжують набирати обертів, вони стикаються зі зростаючою регуляторною увагою з боку урядів і фінансових органів по всьому світу. Невизначеність регуляторних норм може стати проблемою для проектів на основі Ethereum, оскільки їм доводиться орієнтуватися в мінливих вимогах до дотримання законодавства та правових рамок.

Конкуренція і перевантаження мережі. Ethereum стикається з жорсткою конкуренцією з боку інших блокчейн-платформ, які пропонують різні функції та

рішення для масштабування. Такі майданчики, як Binance Smart Chain, Solana та Polkadot, здобули популярність завдяки вирішенню проблем масштабування Ethereum.

1.4 Постановка задачі дослідження

В останнє десятиліття технологія блокчейн викликала значний інтерес у різних галузях завдяки своїй здатності забезпечувати децентралізоване, безпечне та прозоре управління даними. Зокрема, криптовалюти, такі як Bitcoin та Ethereum, стали одними з найпопулярніших додатків блокчейну, привертаючи увагу як інвесторів, так і розробників. Ethereum, завдяки своїй здатності підтримувати смарт-контракти та децентралізовані додатки (DApps), суттєво розширив межі можливостей блокчейн-технології, дозволяючи створювати автоматизовані та надійні фінансові інструменти.

Однією з найперспективніших розробок у сфері децентралізованих фінансів є криптовалютні біржі, що використовують смарт-контракти для забезпечення безпеки та автоматизації торгівлі. Однією з таких платформ є Uniswap, яка, завдяки своїй інноваційній архітектурі, стала лідером серед децентралізованих бірж. Цей проєкт спрямований на дослідження та розробку інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum, що дозволить забезпечити ефективний та прозорий обмін цифровими активами. Завдяки інтеграції смарт-контрактів у криптовалютні біржі, можна досягти високого рівня автоматизації та безпеки, що є критично важливим у сучасному світі цифрових фінансів.

Метою даного проєкту є розробка інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів, створених на платформі Ethereum з використанням мови програмування Solidity. Цей інтерфейс повинен забезпечити децентралізовану, безпечну та автоматизовану торгівлю криптовалютами, а також сприяти підвищенню прозорості та ефективності обміну цифровими активами.

Визначивши мету проєкту можна виділити такі завдання:

- Провести детальний аналіз технології блокчейн, включаючи історію розвитку, основні принципи роботи та типи блокчейнів.
- Оцінити поточний стан і тенденції розвитку блокчейн-технологій, зокрема, у контексті криптовалютних бірж.
- Дослідити механізми інтеграції смарт-контрактів у існуючі криптовалютні біржі.
- Розробити та протестувати смарт-контракти для автоматизації процесів торгівлі, управління транзакціями та збереження безпеки.
- Вивчити можливості та обмеження платформи Ethereum для реалізації смарт-контрактів.
- Дослідити переваги та недоліки використання Ethereum у контексті децентралізованих додатків (DApps) та смарт-контрактів.
- Вивчити архітектуру та принципи роботи популярних децентралізованих бірж, зокрема Uniswap.
- Проаналізувати переваги та недоліки різних версій Uniswap.
- Розробити зручний та інтуїтивно зрозумілий користувацький інтерфейс для взаємодії зі смарт-контрактами.
- Забезпечити надійну серверну частину для обробки транзакцій та управління даними.
- Провести всебічне тестування розробленого інтерфейсу та смарт-контрактів для забезпечення їхньої коректної роботи та безпеки.

Ці завдання спрямовані на досягнення основної мети проєкту — створення надійного та ефективного інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum, що забезпечить безпеку, автоматизацію та прозорість у торгівлі криптовалютами.

Таким чином, розробка інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum має на меті створення децентралізованої, безпечної та автоматизованої торгової платформи для обміну цифровими активами. Вирішення поставлених завдань, таких як дослідження технології блокчейн та її застосування, інтеграція смарт-контрактів у криптовалютні біржі, аналіз

архітектури Uniswap, розробка користувацького інтерфейсу та серверної частини, а також тестування та впровадження, дозволить досягти високого рівня безпеки, прозорості та ефективності у торгівлі криптовалютами. Реалізація цього проєкту сприятиме розвитку децентралізованих фінансів та підвищенню довіри користувачів до нових технологій у сфері цифрових активів.

2 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1. Загальна структура проєктованої системи

Uniswap - це децентралізована біржа (DEX), яка працює на блокчейні Ethereum. Вона дозволяє користувачам торгувати різними цифровими активами, використовуючи модель автоматизованого маркет-мейкера (АММ), усуваючи необхідність у традиційних книгах замовлень. Спочатку натхненний концепцією співзасновника Ethereum Віталіка Бутеріна про автоматизованого маркет-мейкера в ланцюжку, Uniswap був створений розробником Ethereum Хейденом Адамсом у 2018 році. Uniswap став лідером на ринку DEX, маючи значні обсяги торгівлі та вищу ліквідність порівняно з іншими DEX. Станом на 2023 рік Uniswap входить до числа найкращих DEX за різними показниками, такими як обсяг торгів, ліквідність та кількість активних користувачів. Uniswap пройшов різні ітерації, запустивши Uniswap V2 у 2020 році та Uniswap V3 у 2021 році. У червні 2023 року Uniswap випустив проект коду для Uniswap V4, який включає основні нові функції. Але перш ніж ми заглибимося в нові функції Uniswap V4, давайте розглянемо минулі ітерації Uniswap, щоб краще зрозуміти його еволюцію.

Архітектура. У Uniswap V3 кожен пул має власний екземпляр контракту, що робить ініціалізацію пулів та виконання свопів у декількох пулах дорогими. Тоді як у V4 всі пули зберігаються в одному контракті, що забезпечує значну економію газу.

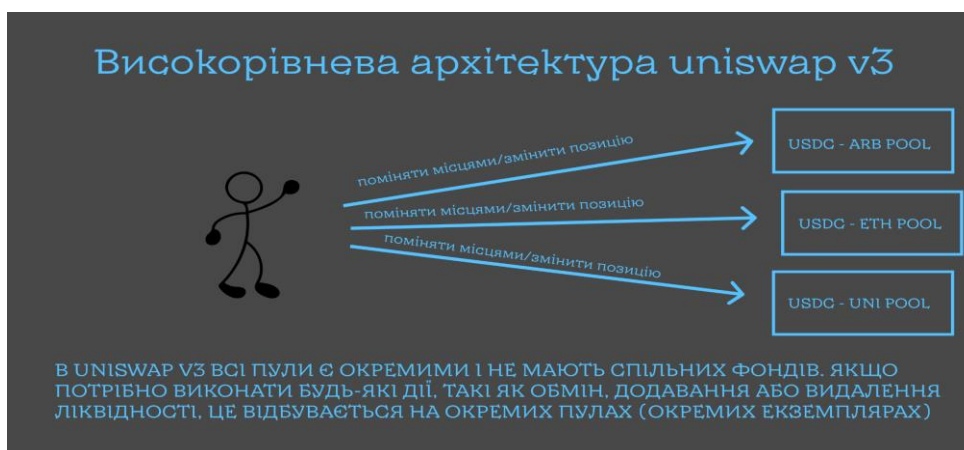


Рисунок 2.1. Архітектура Uniswap V3

Попередні розрахунки показують, що V4 зменшить витрати газу на створення пулів на 99%. Хуки пропонують необмежений вибір, а єдиний контракт дозволяє легко переміщатися між усіма цими варіантами.

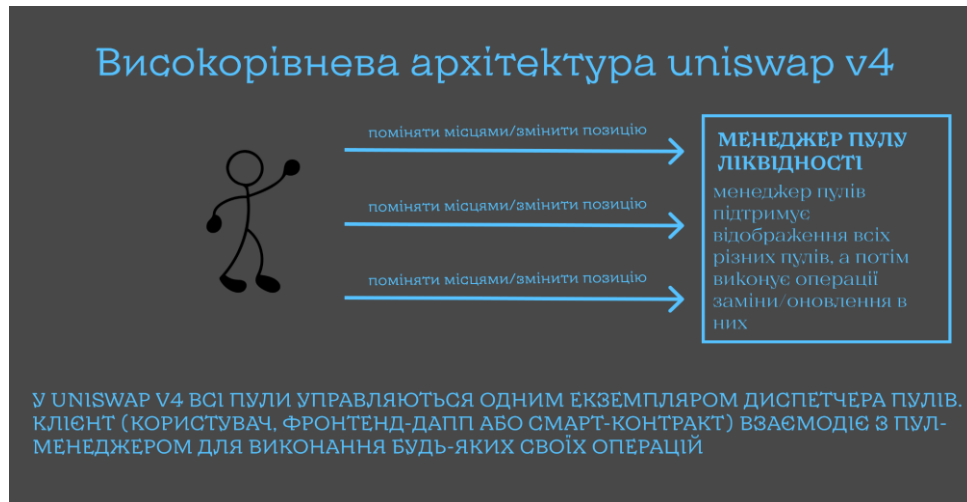


Рисунок 2.2. Архітектура Uniswap V4

Цей дизайн Singleton вдосконалено за допомогою нового методу «флеш-обліку». Замість того, щоб переміщати активи в пули і з пулів після кожного свопу в V3, цей метод переміщує тільки чисті баланси. Це означає, що система набагато ефективніша і заощаджує ще більше газу в Uniswap V4.

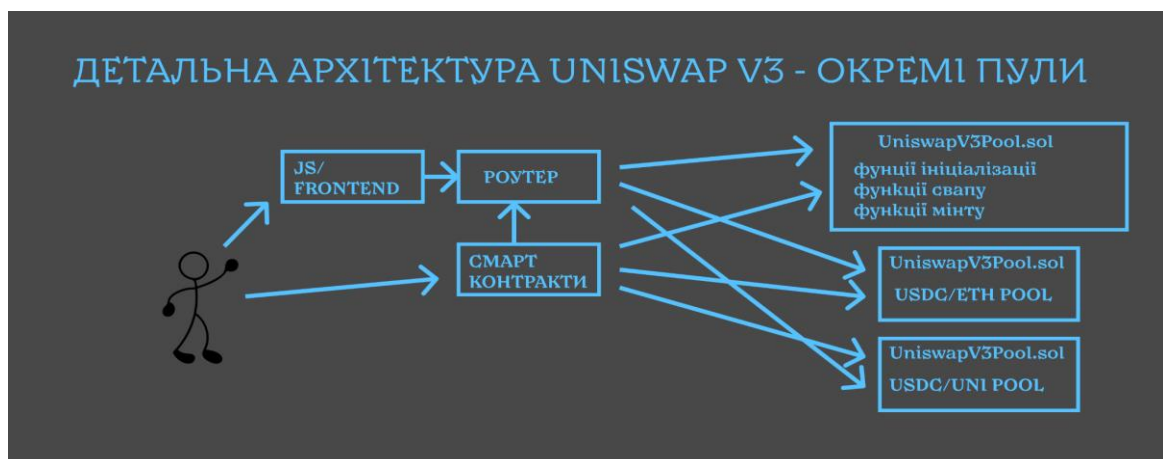


Рисунок 2.3. Детальна архітектура Uniswap V3

Ринок децентралізованих обмінів (DEX) - це простір, що постійно розвивається, де регулярно з'являються нові протоколи та платформи. Uniswap є домінуючим гравцем на ринку DEX і випускає свою четверту версію через п'ять років після заснування в 2018 році, причому кожна з попередніх ітерацій протоколу додавала нові оновлення, які покращували функціональність.

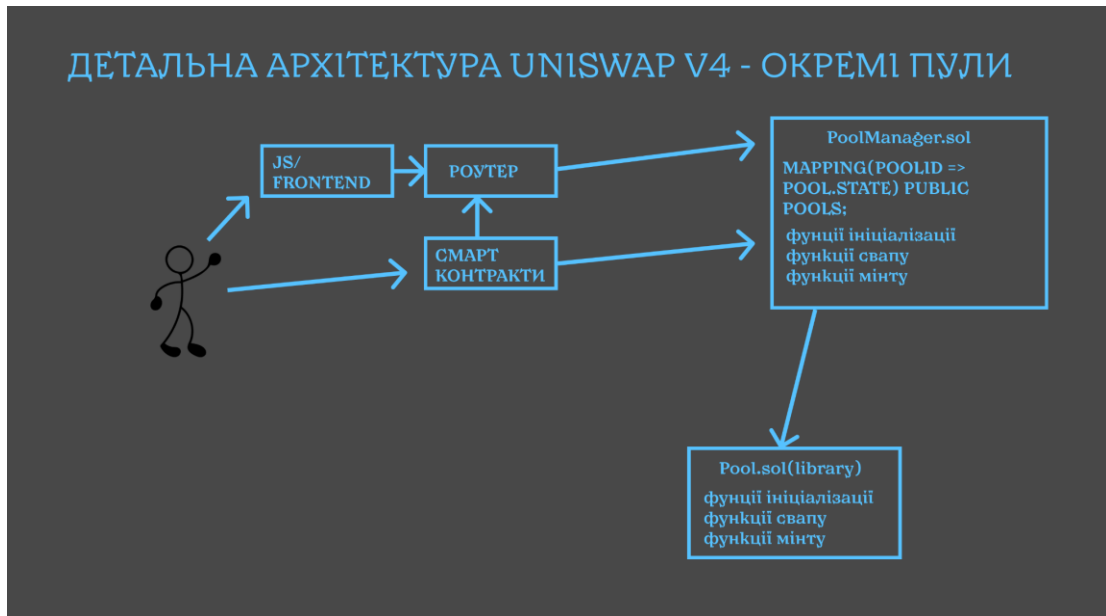


Рисунок 2.4. Детальна архітектура Uniswap V4

Дизайн Uniswap V4 містить значні зміни, спрямовані на розкриття безмежних можливостей в DEX. Хоча цей відкритий дизайн дає розробникам майже необмежений простір для експериментів, він може додати значних складнощів з точки зору користувацького досвіду. Користувачам потрібно буде ретельно вивчити, як працює пул ліквідності, і дізнатися, що робить кожен «гачок», перш ніж взаємодіяти з пулом.

Тим не менш, потенційні переваги Uniswap V4 видаються значними. Для користувачів завжди важливо проводити власне дослідження (DYOR) і повністю розуміти, у що ви вступаєте.

2.2. Алгоритмічне забезпечення

Для успішного проведення операцій з криптовалютами необхідно мати чіткий алгоритм дій дивитись Додаток А.

Ось кроки, які необхідно виконати для цього:

- З'єднання з крипто-гаманцем.

Перший крок полягає у встановленні з'єднання з крипто-гаманцем. Це дозволяє отримати доступ до всіх необхідних функцій для керування криптовалютними активами.

- Вибір необхідного гаманця зі списку.

Наступним кроком є вибір необхідного гаманця зі списку доступних опцій. Важливо обрати гаманець, який відповідає потребам та вимогам користувача.

- Перевірка наявності необхідного гаманця

Після вибору гаманця виконується перевірка наявності обраного гаманця. Це важливий крок для запобігання можливим проблемам та забезпечення успішної роботи програми.

- Вибір мережі в якій необхідно провести обмін.

Після вибору гаманця користувач обирає мережу, в якій планується провести обмін криптовалютами. Важливо врахувати параметри мережі для оптимального виконання операцій.

- Вибір зі списків пари монет, між якими потрібно здійснити обмін.

Далі користувач обирає пару криптовалют, між якими планується здійснити обмін. Цей вибір залежить від поточних ринкових умов та індивідуальних уподобань.

- Підтвердження обміну в крипто-гаманці.

Після вибору параметрів обміну користувач підтверджує операцію в своєму крипто-гаманці. Це важливий етап для запобігання помилок та недорозумінь.

- Перевірка транзакції в сканері відповідної транзакції.

Після підтвердження обміну виконується перевірка транзакції в сканері, щоб забезпечити її успішність та коректність.

- Історія транзакцій:

Користувач має можливість переглянути історію здійснених транзакцій для підтвердження їх стану та результату.

- Перевірка транзакції:

Завершальним етапом є перевірка транзакції, щоб забезпечити успішне завершення операції та продовження інших операцій

Схема на рисунку 2.5 ілюструє взаємодію інструментів, які задіяні в проекті.

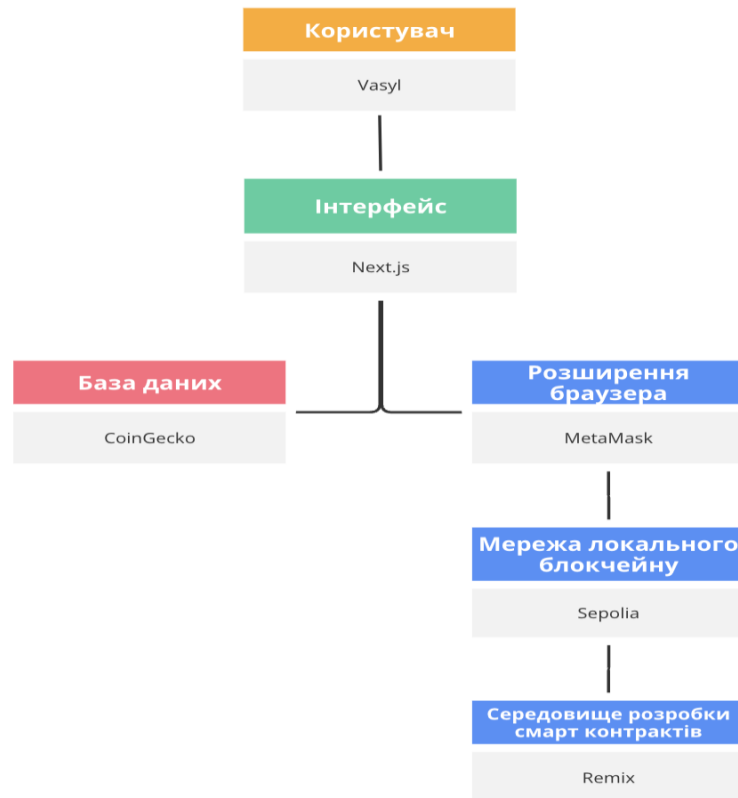


Рисунок 2.5. Схема взаємодії інструментів, які задіяні в проекті.

- Користувач (Vasyl) -це кінцевий користувач, який взаємодіє з системою.
- Інтерфейс (Next.js) - інтерфейс користувача, розроблений за допомогою Next.js, через який Василь взаємодіє із системою.
- База даних (CoinGecko) - база даних, яка забезпечує необхідну інформацію.
- Розширення браузера (MetaMask) - використовується для інтеграції з блокчейном.

- Мережа локального блокчейну (Sepolia) - мережа, яка використовується для тестування смарт-контрактів.
- Середовище розробки смарт контрактів (Remix) - середовище для створення і тестування смарт-контрактів.

Центральним елементом є інтерфейс, який взаємодіє як з базою даних, так і з розширенням браузера. MetaMask, у свою чергу, підключається до мережі локального блокчейну, де смарт-контракти створюються та тестуються за допомогою Remix.

2.3. Інформаційне забезпечення

CoinGecko - це агрегатор криптовалютних даних та аналітична платформа, що надає детальну інформацію про різні аспекти криптовалютного ринку. Вона користується великою популярністю і наразі є однією з найбільш використовуваних платформ у криптосфері. Крім того, CoinGecko пропонує API, яке дає доступ до даних криптовалютного ринку.

API CoinGecko - це безкоштовний публічний інтерфейс програмування додатків (API), який надає розробникам доступ до інформації про криптовалюту та їх ринкові показники, такі як ціни, обсяг торгів, ринкова капіталізація та інші. Ці дані можна використовувати для створення різноманітних додатків, включаючи відстеження криптовалютних портфелів, торгівлю, створення ботів, систем оповіщень про ціни тощо.

Робота з API CoinGecko проста. Розробники можуть інтегрувати його у свої додатки для отримання інформації про криптовалюту. CoinGecko надає різні кінцеві точки для запитів даних про криптовалюту. Деякі з них включають:

- Ціна - дана кінцева точка надає дані про ціни на криптовалюту в реальному часі та їх історичні дані.
- Обмінні курси - ця кінцева точка надає курси обміну для різних фіатних валют і криптовалют.

- Ринкові дані - тут можна отримати різні ринкові дані, такі як ринкова капіталізація, обсяг торгів і пропозиція криптовалют.
- Розробник - ця кінцева точка надає дані про діяльність розробників криптовалют, такі як кількість комітів, зірок, форків та підписників у їхніх репозиторіях GitHub.
- Також надається дані про активність криптовалют у соціальних мережах, такі як кількість підписників, твітів і підписників Reddit.

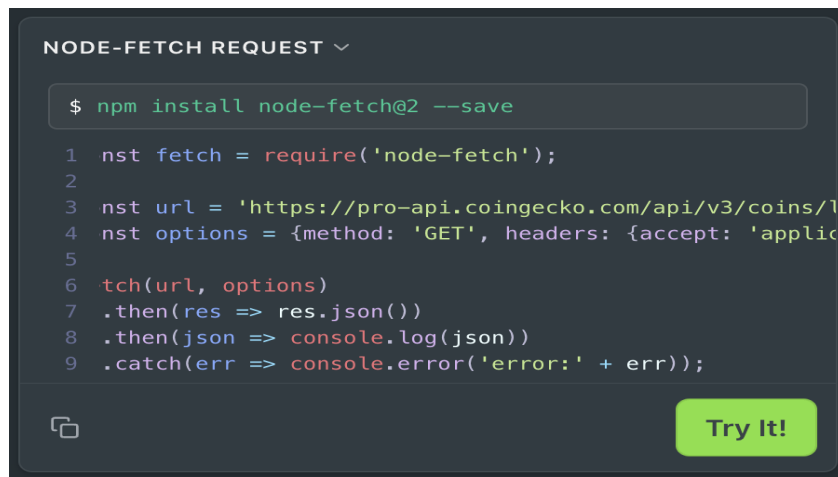
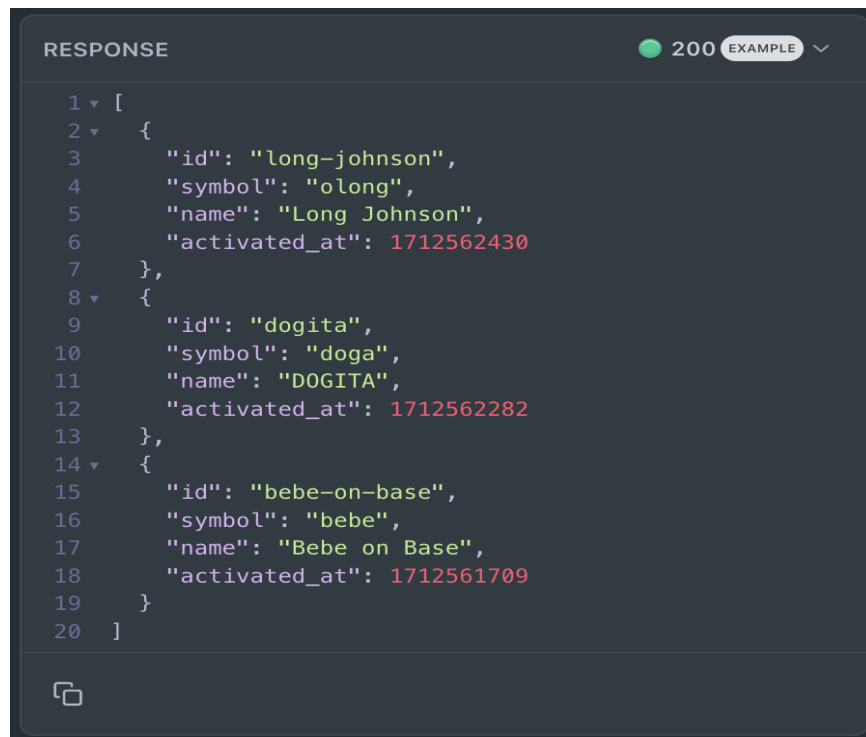


Рисунок 2.6. Зразок запиту

Для використання API CoinGecko розробники повинні отримати API-ключ на веб-сайті CoinGecko рисунок 2.6 і надсилати HTTP-запити до кінцевих точок API для отримання потрібних даних у форматі JSON, який легко аналізувати та використовувати.



The screenshot shows a REST client interface with a dark theme. At the top, it says 'RESPONSE' on the left and '200 EXAMPLE' with a dropdown arrow on the right. The main area displays a JSON array of three coin objects. Each object has fields for 'id', 'symbol', 'name', and 'activated_at'. The 'activated_at' values are highlighted in red. A copy icon is visible at the bottom left of the response area.

```
1 [
2   {
3     "id": "long-johnson",
4     "symbol": "olong",
5     "name": "Long Johnson",
6     "activated_at": 1712562430
7   },
8   {
9     "id": "dogita",
10    "symbol": "doga",
11    "name": "DOGITA",
12    "activated_at": 1712562282
13  },
14  {
15    "id": "bebe-on-base",
16    "symbol": "bebe",
17    "name": "Bebe on Base",
18    "activated_at": 1712561709
19  }
20 ]
```

Рисунок 2.7. Результат запиту

Зразок надсилання запиту для отримання списку монет які були додані за останні 24 години. На рисунку 2.7 можна побачити зразок результату відповіді запиту.

3 ПРОГРАМНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

3.1. Користувацький інтрефейс.

Вебсайт для обміну криптовалюти в тестовій мережі Sepolia забезпечує користувачам зручний та безпечний інтерфейс для роботи з криптовалютами. Інтерфейс створений для того, щоб користувачі могли легко тестувати свої стратегії обміну, аналізувати ринок, зберігати улюблені активи та відстежувати їх динаміку. Мета інтерфейсу – забезпечити всебічний функціонал для взаємодії з криптовалютами в тестовому режимі, що є особливо корисним для розробників, трейдерів та ентузіастів криптовалют.

Інтерфейс обміну криптовалюти на нашому вебсайті розроблений для максимальної зручності та ефективності (рис. 3.1). Користувачі мають можливість вибирати криптовалюту, яку вони бажають обміняти, а також ту, яку хочуть отримати в результаті обміну. Для цього передбачено зручний вибір криптовалют зі списку. Додатково, користувачі можуть вводити точну кількість криптовалюти для обміну, що забезпечує гнучкість та точність у процесі обміну. Перед підтвердженням транзакції користувачі мають можливість переглянути попередній курс обміну, що дозволяє їм прийняти обґрунтоване рішення, зважуючи всі аспекти обміну.

Підключення гаманців реалізовано з підтримкою популярних криптогаманців, таких як MetaMask. Це дозволяє забезпечити безпечну взаємодію з тестовою мережею Sepolia. Високий рівень безпеки гарантується під час підключення та використання гаманців, що є критично важливим для захисту користувацьких активів та даних.

Користувачі також мають можливість переглядати статус своїх транзакцій у режимі реального часу. Це забезпечує прозорість та оперативну інформацію про хід виконання транзакцій, що підвищує довіру до платформи та надає користувачам впевненість у безпечності та надійності процесу обміну.

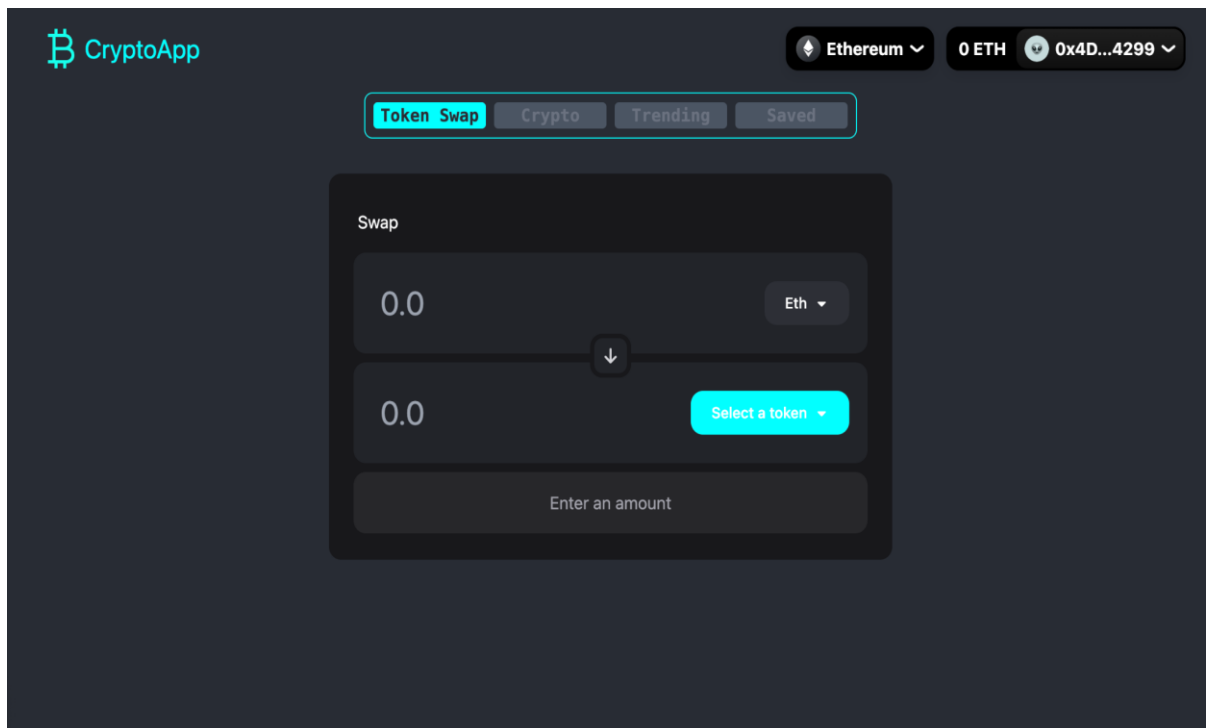
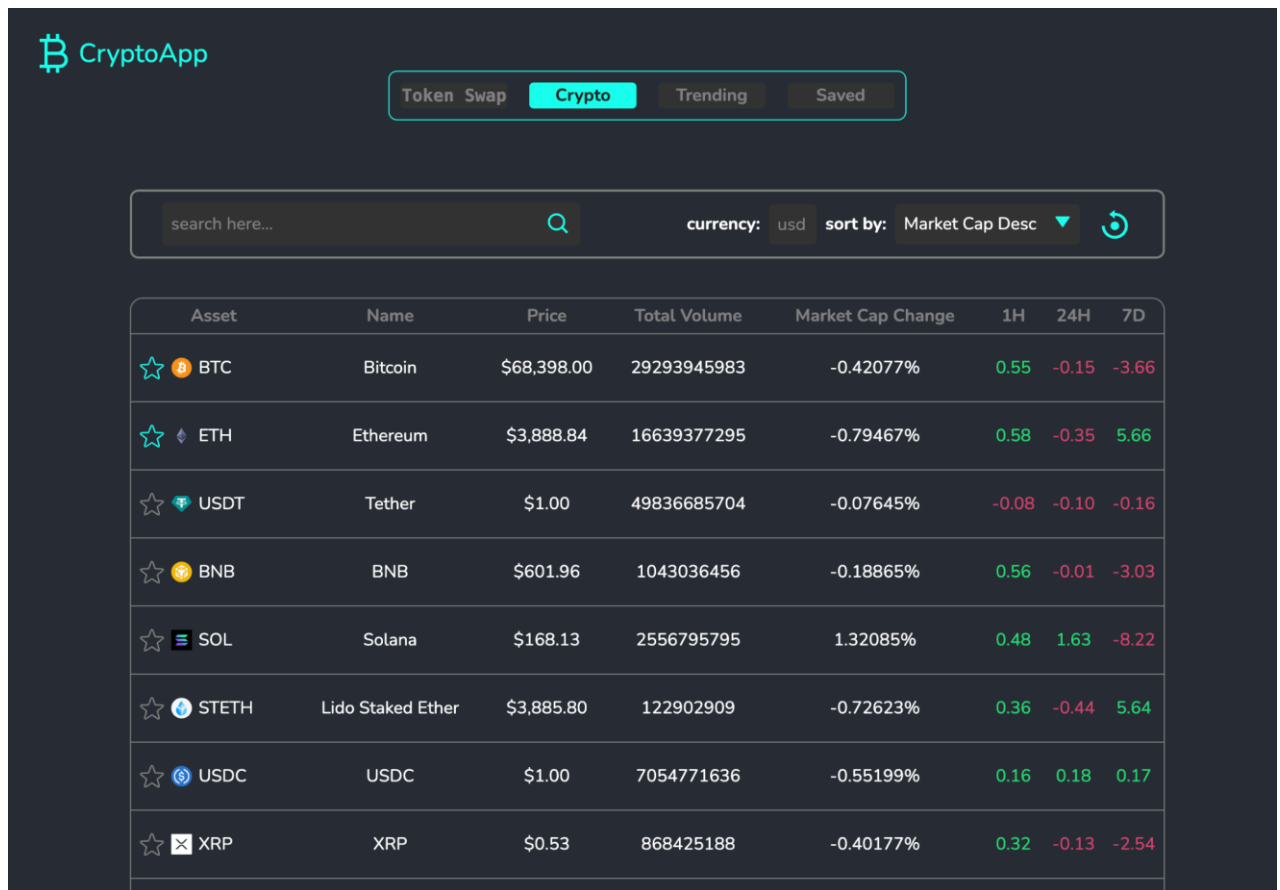


Рисунок 3.1. Обмін криптовалюти

Розроблений вебсайт надає користувачам зручний інструмент для пошуку криптовалют за різними фільтрами, що дозволяє швидко знаходити потрібні активи. Користувачі можуть фільтрувати криптовалюти за ринковою капіталізацією, що допомагає знайти як найбільші, так і найменші проекти на ринку. Додатково, можливість фільтрації за зміною ціни за останні 24 години дозволяє виявляти найдинамічніші криптовалюти, що може бути корисним для активних трейдерів. Також передбачена можливість змінювати валюту, в якій буде відображатися ціна на криптовалюти, що додає гнучкості та зручності для користувачів з різних регіонів.

Пошуковий рядок дозволяє швидко знайти конкретну криптовалюту за її назвою або тикером, що робить процес пошуку максимально ефективним. Завдяки цим функціям, користувачі можуть легко і швидко знаходити необхідні криптовалюти та отримувати актуальну інформацію про них. Це вікно можна переглянути на рисунку 3.2.



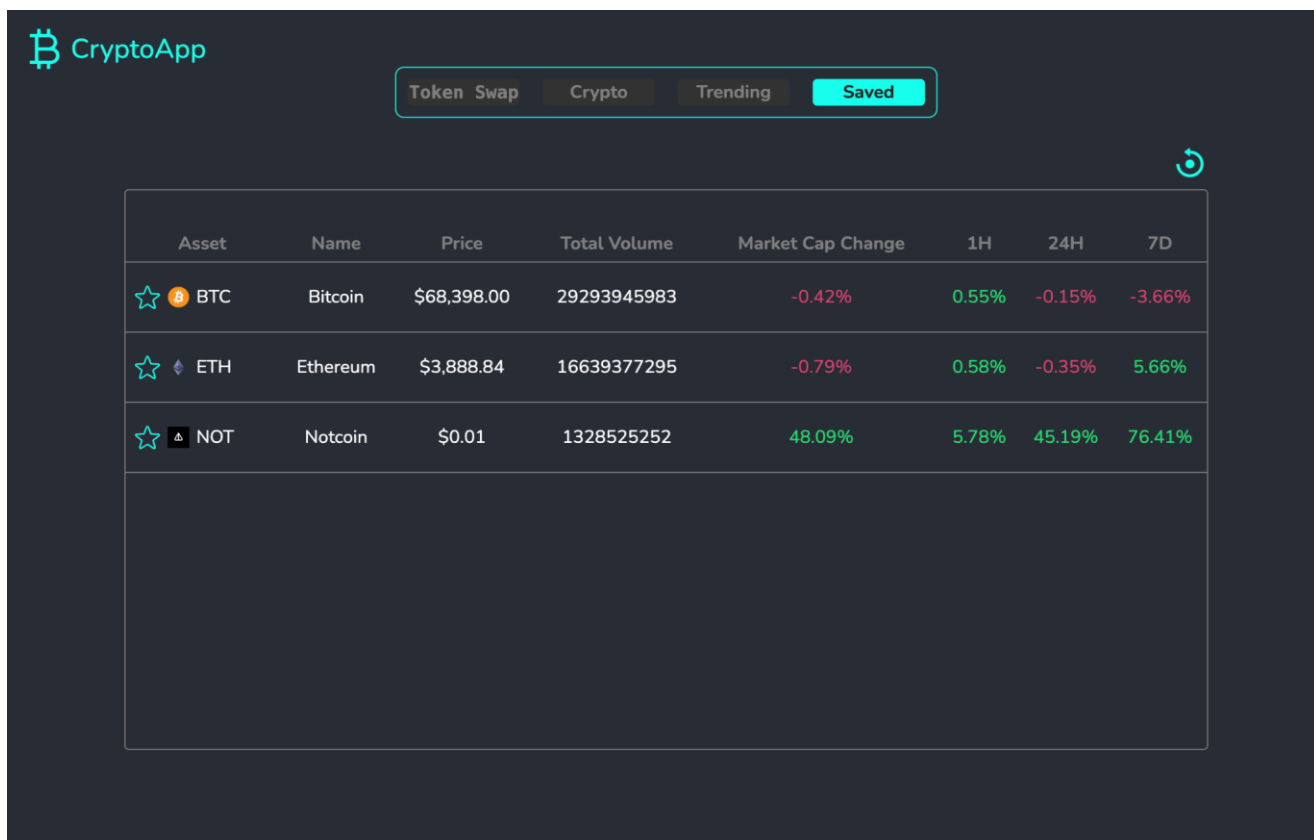
The screenshot shows the CryptoApp interface. At the top, there's a navigation bar with the CryptoApp logo and tabs for Token Swap, Crypto (selected), Trending, and Saved. Below this is a search bar with the text 'search here...' and a magnifying glass icon. To the right of the search bar, there are filters for 'currency: usd' and 'sort by: Market Cap Desc'. Below the filters is a table of cryptocurrencies.

Asset	Name	Price	Total Volume	Market Cap Change	1H	24H	7D
☆ BTC	Bitcoin	\$68,398.00	29293945983	-0.42077%	0.55	-0.15	-3.66
☆ ETH	Ethereum	\$3,888.84	16639377295	-0.79467%	0.58	-0.35	5.66
☆ USDT	Tether	\$1.00	49836685704	-0.07645%	-0.08	-0.10	-0.16
☆ BNB	BNB	\$601.96	1043036456	-0.18865%	0.56	-0.01	-3.03
☆ SOL	Solana	\$168.13	2556795795	1.32085%	0.48	1.63	-8.22
☆ STETH	Lido Staked Ether	\$3,885.80	122902909	-0.72623%	0.36	-0.44	5.64
☆ USDC	USDC	\$1.00	7054771636	-0.55199%	0.16	0.18	0.17
☆ XRP	XRP	\$0.53	868425188	-0.40177%	0.32	-0.13	-2.54

Рисунок 3.2. Пошук криптовалюти за фільтрами

Наступною функцією є пропонування збереження криптовалют у персональному списку, що забезпечує зручний доступ до улюблених активів. Користувачі можуть додавати цікаві криптовалюти до свого списку збережених для швидкого доступу до них у майбутньому. Крім того, передбачена можливість редагування цього списку, що включає видалення криптовалют, які більше не цікавлять користувача.

Список збережених криптовалют зберігається локально на пристрої користувача, що забезпечує швидкий доступ і високу приватність даних. Це дозволяє користувачам легко управляти своїм персональним списком у будь-який час та з будь-якого місця, не турбуючись про безпеку своїх даних.



Asset	Name	Price	Total Volume	Market Cap Change	1H	24H	7D
☆ BTC	Bitcoin	\$68,398.00	29293945983	-0.42%	0.55%	-0.15%	-3.66%
☆ ETH	Ethereum	\$3,888.84	16639377295	-0.79%	0.58%	-0.35%	5.66%
☆ NOT	Notcoin	\$0.01	1328525252	48.09%	5.78%	45.19%	76.41%

Рисунок 3.3. Список збережених криптовалют

Вебсайт надає актуальний список найбільш популярних та трендових криптовалют, який формується на основі таких показників, як обсяг торгів, зміни ціни, активність у соціальних мережах та інші важливі фактори. Це дозволяє користувачам легко відстежувати найбільш перспективні та обговорювані проекти на ринку.

Список трендових криптовалют регулярно оновлюється в реальному часі, що гарантує користувачам доступ до найсвіжішої та актуальної інформації. Такий підхід забезпечує оперативність і точність даних, що особливо важливо для прийняття зважених рішень у світі криптовалют.

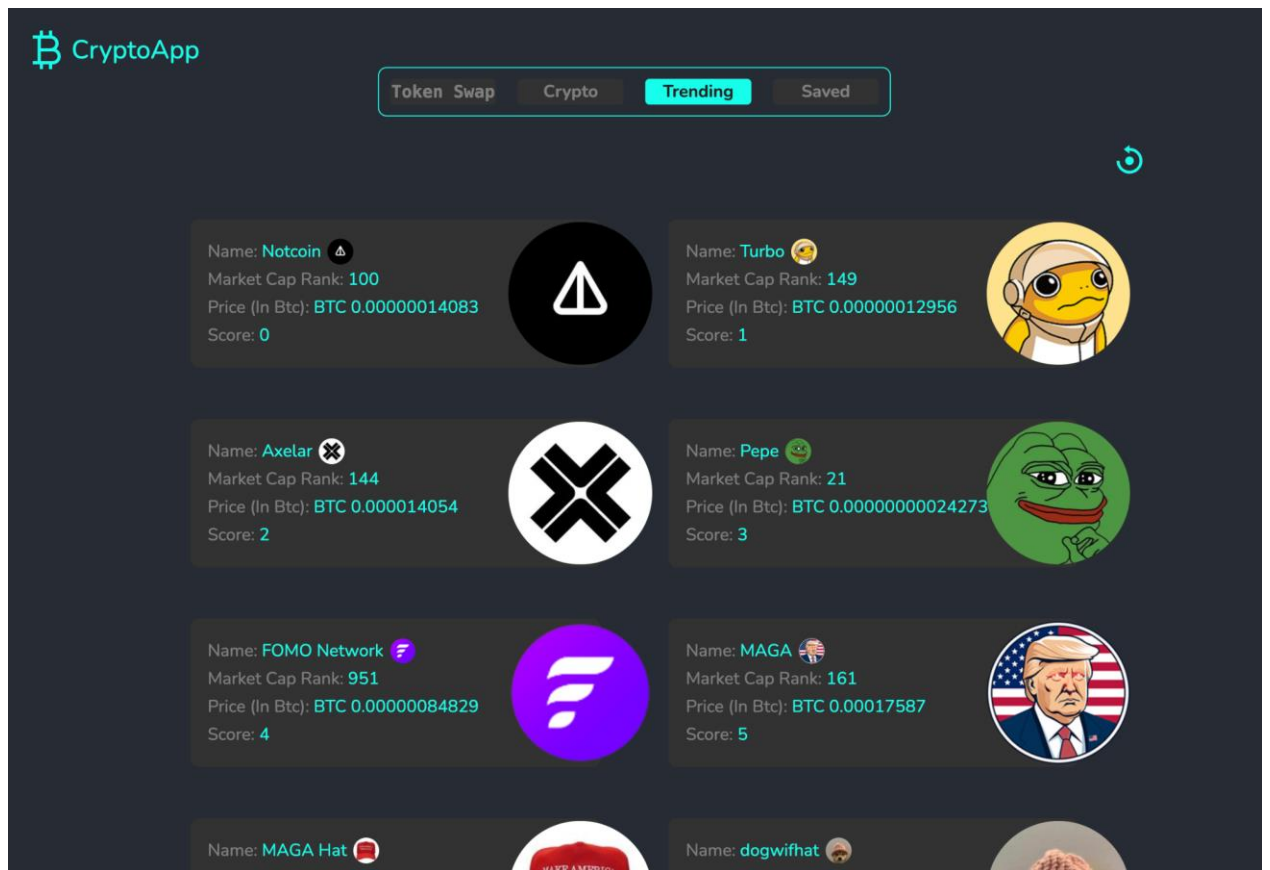


Рисунок 3.4. Список трендових криптовалют

Сторінка деталей криптовалюти забезпечує користувачам повну та актуальну інформацію про обрану криптовалюту. На інформаційній панелі відображаються основні дані про криптовалюту, включаючи поточну ціну, ринкову капіталізацію, обсяг торгів та інші ключові показники. Ці дані оновлюються в реальному часі, що гарантує їхню точність і актуальність.

Сторінка містить інтерактивні графіки змін ціни, які дозволяють користувачам аналізувати історичні тренди за останні 7, 14, та 30 днів. Графіки забезпечують можливість переглядати деталі на певних точках, що робить аналіз більш зручним та інформативним.

Сторінка також містить технічні характеристики криптовалюти, включаючи інформацію про алгоритм консенсусу, тип блокчейну та інші технологічні особливості. Користувачі мають доступ до посилань на офіційний вебсайт криптовалюти, білі книги, документацію та інші корисні ресурси. Крім того,

інтегровані новини та офіційні оголошення дозволяють користувачам бути в курсі останніх подій та оновлень, пов'язаних з криптовалютою.

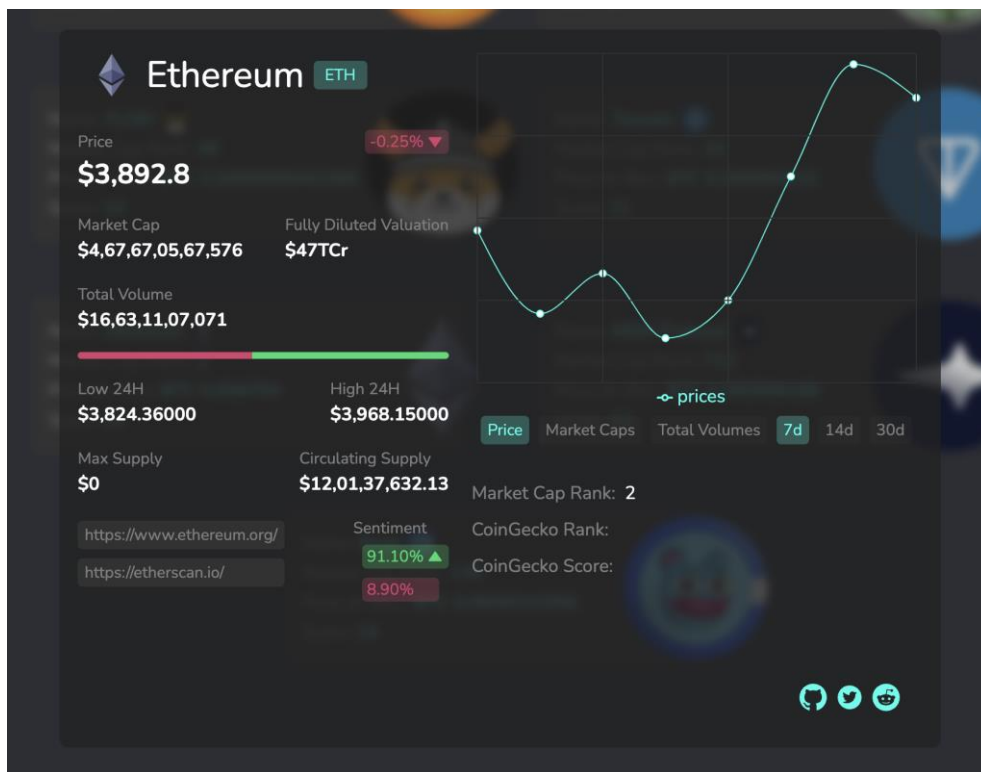


Рисунок 3.5. Сторінка деталей криптовалюти.

Інтерфейс вебсайту виконаний у сучасному стилі з акцентом на зручність та простоту використання. Основними елементами дизайну є темний фон з контрастними елементами, що дозволяє легко зосередитися на важливій інформації. Використання темної кольорової гами допомагає зменшити навантаження на очі користувача, особливо при тривалому користуванні платформою. Верхнє меню містить основні вкладки, такі як "Token Swap", "Crypto", "Trending" та "Saved". Це меню дозволяє легко переключатися між різними розділами вебсайту. Вкладки підсвічуються, коли користувач наводить на них курсор, що додає інтуїтивності у навігації.

Пошуковий рядок розташований на сторінці пошуку криптовалют, дозволяє швидко знаходити необхідні активи за назвою або тикером. Має зручний дизайн з чіткими межами та іконкою лупи для інтуїтивного розуміння функції пошуку. Таблиці та списки. Відображення інформації про криптовалюту виконане у вигляді

таблиць та списків, що дозволяє легко орієнтуватися у великій кількості даних. Таблиці мають чітке розділення стовпців та рядків, що покращує читабельність. Списки трендових криптовалют містять іконки криптовалют, їх назви, ринкову капіталізацію та інші важливі параметри. Графіки цін. На сторінці деталей криптовалюти розміщені інтерактивні графіки цін за останні 7, 14 і 30 днів. Графіки виконані у сучасному стилі з використанням лінійних графіків, що дозволяє легко відстежувати зміни ціни. Кожна криптовалюта має свою картку з основною інформацією, такою як ціна, ринкова капіталізація, обсяг торгів та інші важливі дані. Картки мають чіткі межі та добре структуровані елементи, що робить їх зручними для перегляду.

Інтерфейс забезпечує легкий доступ до всіх основних функцій платформи. Верхнє меню та чітка структура сторінок допомагають користувачам швидко знаходити необхідну інформацію. Використання темного фону з контрастними елементами робить текст та графіку легко читабельними. Це особливо важливо для користувачів, які проводять багато часу за переглядом даних. Інтерактивні елементи, такі як підсвічування вкладок та кнопок, роблять навігацію інтуїтивно зрозумілою навіть для нових користувачів. Картки криптовалют та таблиці містять всю необхідну інформацію у зручному для перегляду форматі, що дозволяє швидко отримати необхідні дані. Графіки цін забезпечують візуальне відображення змін ціни криптовалют за різні періоди, що допомагає користувачам аналізувати ринкові тренди. Інтерфейс вебсайту адаптивний, що дозволяє комфортно користуватися платформою як на десктопних, так і на мобільних пристроях.

3.2. Програмна реалізація серверної частини

Робота вебсайту неможлива без взаємодії з серверами з кількох причин, оскільки сервери забезпечують основні функції та можливості для вебсайту. Сервери зберігають усі файли вебсайту, такі як HTML, CSS, JavaScript, зображення, відео та інші ресурси. Коли користувач відкриває вебсайт, його браузер надсилає запит на сервер, який повертає відповідні файли, щоб браузер міг їх відобразити.

Багато функцій вебсайтів потребують обробки даних, яку виконує сервер. Наприклад, сервери обробляють форми введення, аутентифікацію користувачів, зберігання і обробку даних у базах даних, включаючи дії, як-от реєстрація користувачів, входження в акаунт, обробка замовлень в інтернет-магазині тощо.

Сучасні вебсайти часто генерують динамічний контент, який залежить від користувача або інших умов. Сервери можуть генерувати HTML сторінки на льоту на основі запитів користувачів, наприклад, показуючи персоналізовані рекомендації чи відображаючи дані з баз даних. Сервери забезпечують безпеку вебсайтів, обробляючи аутентифікацію та авторизацію користувачів, захищаючи дані за допомогою шифрування та захисту від різних атак, таких як DDoS, SQL ін'єкції та інші загрози.

Вебсайти часто потребують інтеграції з іншими сервісами, такими як платіжні системи, сторонні API (наприклад, API CoinGecko для отримання даних про криптовалюту), сервіси відправки електронної пошти тощо. Сервери відіграють ключову роль у цій інтеграції, обробляючи запити та забезпечуючи безпечну комунікацію між різними системами. Вони можуть використовувати механізми кешування для зменшення навантаження і підвищення продуктивності вебсайту. Часто запитувані ресурси можуть зберігатися в кеші, щоб зменшити час завантаження для користувачів.

Сервери є невід'ємною частиною роботи вебсайтів, оскільки вони забезпечують зберігання контенту, обробку даних, безпеку, генерацію динамічного контенту, інтеграцію з іншими сервісами та оптимізацію продуктивності. Без серверів вебсайти не могли б функціонувати, надавати необхідний контент і забезпечувати інтерактивний та безпечний досвід для користувачів.

```

1  export async function swapTokenToToken(srcToken, destToken, amount) {
2    try {
3      const contractObj = await contract();
4      const data = await contractObj.swapTokenToToken(
5        srcToken,
6        destToken,
7        toWei(amount)
8      );
9
10     const receipt = await data.wait();
11     return receipt;
12   } catch (e) {
13     return parseErrorMsg(e);
14   }
15 }
16

```

Рисунок 3.6. Функція обміну tokenів.

Функція `swapTokenToToken` асинхронно виконує обмін одного токена на інший через смарт-контракт, отримує об'єкт контракту, викликає метод обміну з вказаними токенами та кількістю, очікує підтвердження транзакції і повертає квитанцію, або обробляє та повертає повідомлення про помилку у разі невдачі.

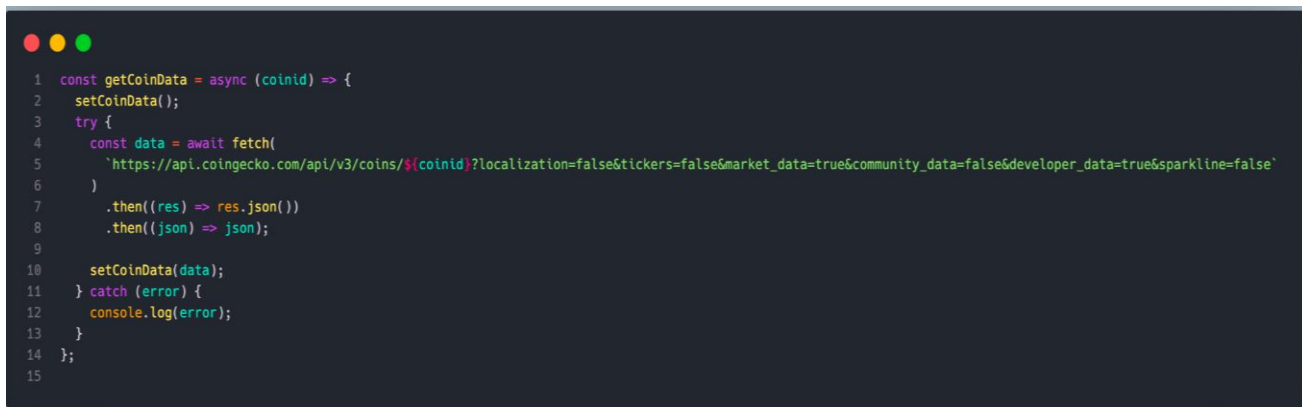
```

1  export async function getTokenAddress(tokenName) {
2    try {
3      const contractObj = await contract();
4      const address = await contractObj.getTokenAddress(tokenName);
5      return address;
6    } catch (e) {
7      return parseErrorMsg(e);
8    }
9  }

```

Рисунок 3.7 Функція отримання підключеного гаманця.

Функція `getTokenAddress` отримує адресу токена за його назвою через смарт-контракт: вона отримує об'єкт контракту, викликає метод `getTokenAddress` з вказаною назвою токена, повертає адресу токена, а в разі помилки обробляє її і повертає повідомлення про помилку.



```

1  const getCoinData = async (coinid) => {
2    setCoinData();
3    try {
4      const data = await fetch(
5        `https://api.coingecko.com/api/v3/coins/${coinid}?localization=false&tickers=false&market_data=true&community_data=false&developer_data=true&sparkline=false`
6      )
7        .then((res) => res.json())
8        .then((json) => json);
9
10     setCoinData(data);
11   } catch (error) {
12     console.log(error);
13   }
14 };
15

```

Рисунок 3.8. Отримання даних про криптовалюту.

Функція `getCoinData` отримує дані про криптовалюту з API CoinGecko за заданим ідентифікатором монети: вона спочатку очищує або скидає поточні дані, робить запит до API CoinGecko, перетворює відповідь у формат JSON, зберігає отримані дані, а в разі помилки виводить її в консоль.



```

1  const getTrendData = async () => {
2    try {
3      const data = await fetch(
4        `https://api.coingecko.com/api/v3/search/trending`
5      )
6        .then((res) => res.json())
7        .then((json) => json);
8
9      setTrendData(data.coins);
10   } catch (error) {
11     console.log(error);
12   }
13 };

```

Рисунок 3.9. Отримання даних про трендові криптовалюти.

Функція `getTrendData` асинхронно отримує дані про трендові криптовалюти з API CoinGecko: вона робить запит до API, перетворює відповідь у формат JSON, зберігає отримані дані про монети, а в разі помилки виводить її в консоль.

3.3. Тестування

Тестування API гарантує, що кожна функція працює згідно з очікуваннями, виявляючи помилки на ранніх етапах і знижуючи витрати на виправлення. Регулярне тестування забезпечує стабільність додатку, особливо при внесенні змін або додаванні нових функцій, щоб вони не порушували існуючу функціональність. Це стимулює написання якісного коду, включаючи перевірку обробки запитів, форматів даних і кодів стану HTTP.

API часто є точкою входу для взаємодії з додатком, тому тестування виявляє вразливості, такі як SQL-ін'єкції, XSS-атаки, CSRF-атаки та інші загрози. Тестування продуктивності дозволяє виміряти час відгуку та навантаження, оптимізуючи продуктивність і забезпечуючи здатність API справлятися з високими навантаженнями без затримок або збоїв.

Процес тестування сприяє створенню документації, яка важлива для підтримки та розширення додатку, допомагаючи іншим розробникам ефективно використовувати API. Це забезпечує безперебійний та надійний користувацький досвід, включаючи коректну обробку запитів і швидку відповідь. Тестування API є критично важливим для забезпечення функціональності, стабільності, безпеки та продуктивності вашого додатку, виявляючи та виправляючи помилки на ранніх етапах.

Postman - це популярний інструмент для розробки, тестування та взаємодії з веб-сервісами та API. Він дозволяє створювати та надсилати HTTP-запити (GET, POST, PUT, DELETE тощо) до будь-яких веб-сервісів або API, створювати автоматизовані тести для перевірки функціональності та безпеки, організовувати запити в колекції, додавати заголовки, параметри та тіло запиту для налагодження, а також ділитися колекціями запитів з іншими користувачами.

Postman підтримує генерацію документації на основі колекції запитів, що полегшує розуміння та використання API іншими розробниками. Середовища в Postman дозволяють зберігати змінні для спрощення тестування в різних середовищах (розробка, тестування, продакшн). Postman - це потужний інструмент

для ефективної роботи з веб-сервісами та API, забезпечуючи зручне тестування, налагодження та документування їх функціональності.

Рисунок 3.10 зображає тестовий запит у Postman, який використовується для отримання даних з API CoinGecko. Ось структура цього запиту:

- HTTP Метод: GET
- URL: `https://api.coingecko.com/api/v3/coins/ethereum`
- Авторизація: Використовується тип авторизації API Key.
- Key: `CG-27UCNWoTt8mgno1xg7ZWpXn`
- Value: Введене значення для ключа API.
- Add to: Query Params (це означає, що ключ API буде доданий як параметр у запиті)

HTTP Метод GET використовується для отримання інформації про Ethereum з API CoinGecko. URL вказує на кінцеву точку API, яка надає інформацію про криптовалюту Ethereum. API Key використовується для автентифікації запиту, що дозволяє доступ до ресурсів API CoinGecko. Цей запит дозволяє отримати інформацію про криптовалюту Ethereum, таку як поточну ціну, ринкову капіталізацію, обсяг торгівлі та інші дані.

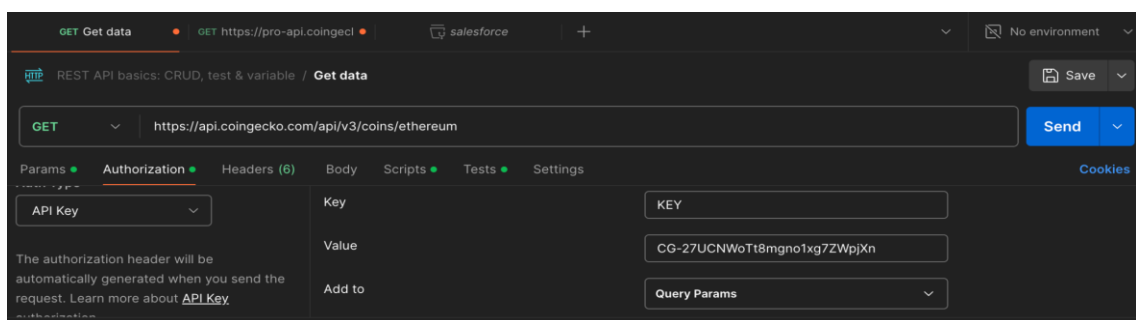


Рисунок 3.10. Запит для отримання даних про Ethereum.

У свою чергу на рисунку 3.11 показано результат запиту в Postman, який отримує інформацію про криптовалюту Ethereum з API CoinGecko. Ось опис даних у форматі JSON, отриманих у відповіді:

- `id`, `symbol`, `name` -це основні ідентифікатори криптовалюти Ethereum.
- `web_slug` використовується для формування URL на сайті CoinGecko.

- `asset_platform_id`, `platforms`, `detail_platforms` це інформація про платформи, на яких доступна криптовалюта.
- `block_time_in_minutes` -це інформація про час створення блоку.
- `hashing_algorithm` являє собою алгоритм, що використовується для хешування в мережі Ethereum.
- `Categories` це список категорій, до яких належить криптовалюта, що може бути корисним для класифікації та аналізу.

Цей JSON формат дає змогу отримати важливу інформацію про криптовалюту Ethereum, яку можна використовувати для подальшого аналізу або інтеграції в інші додатки.

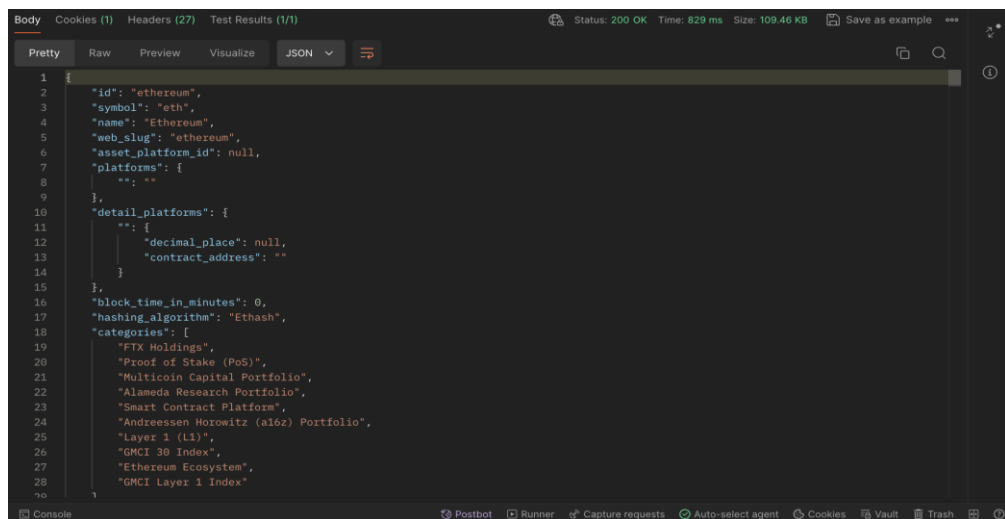


Рисунок 3.11. Результат запиту

Наступний запит в Postman рисунок 3.12 для отримання списку всіх криптовалют із API CoinGecko:

- HTTP Метод: GET
- URL: <https://api.coingecko.com/api/v3/coins/list>

HTTP Метод GET використовується для отримання інформації зі вказаного кінцевого пункту API. URL вказує на кінцевий пункт API CoinGecko, який повертає список всіх криптовалют. Запит повертає JSON-об'єкт, який містить інформацію про всі криптовалюти. Кожен запис у списку містить такі поля:

- Id це унікальний ідентифікатор криптовалюти, який використовується в інших кінцевих точках API.
- Symbol короткий код або символ криптовалюти.
- Name повна назва криптовалюти.

Цей запит можна використовувати для отримання списку всіх криптовалют, що підтримуються CoinGecko, та їх основної інформації для подальшого аналізу або використання в додатках.

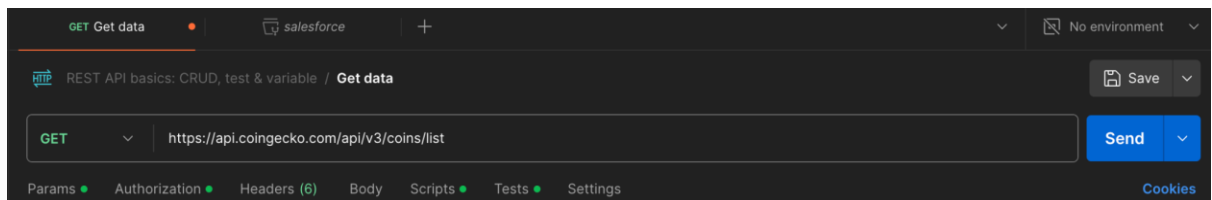


Рисунок 3.12. Запит для отримання списку криптовалют.

Відповідь є масивом об'єктів, кожен з яких представляє окрему криптовалюту. Кожен об'єкт містить наступні поля:

- Id це Унікальний ідентифікатор криптовалюти, використовується для доступу до додаткової інформації через інші кінцеві точки API.
- symbol короткий код або символ криптовалюти, який часто використовується для торгівлі.
- Name повна назва криптовалюти.

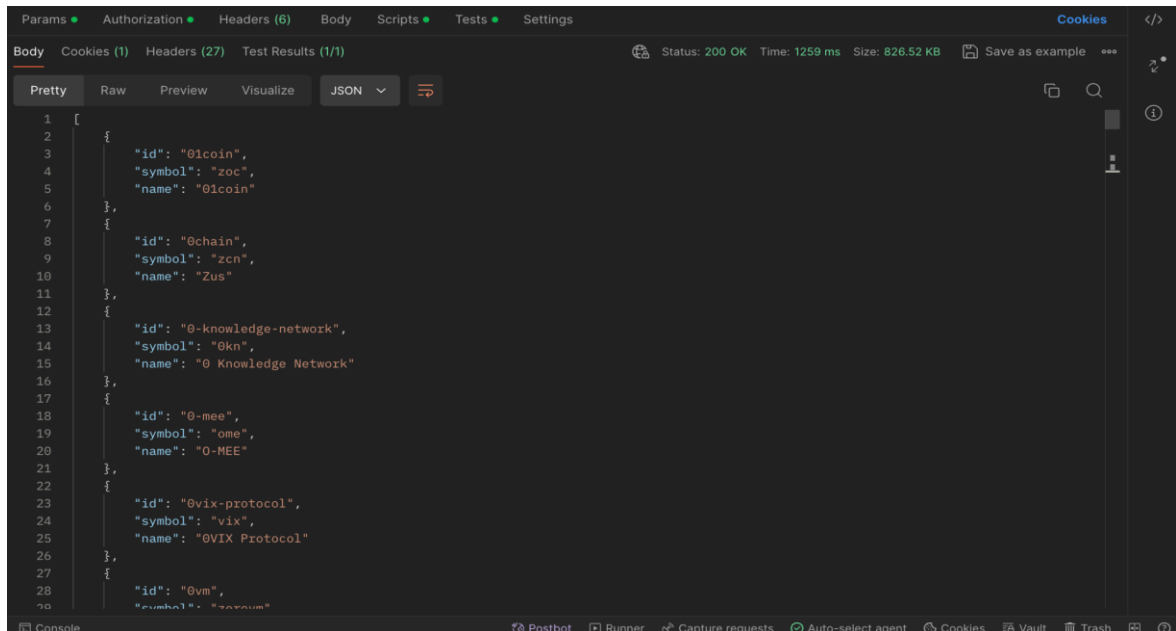


Рисунок 3.13. Результат запиту

Цей список рисунок 3.13 може бути використаний для визначення всіх криптовалют, підтримуваних CoinGecko, створення інтерфейсів користувача, що дозволяють вибір криптовалюти за ідентифікатором, символом або назвою. Також фільтрації або пошуку криптовалют за допомогою унікальних ідентифікаторів або символів. Ця інформація є основою для подальшого аналізу і взаємодії з іншими кінцевими точками API CoinGecko.

ВИСНОВКИ

У рамках даної дипломної роботи було проведено всебічний аналіз технології блокчейн, її еволюцію, а також розробку і впровадження алгоритмічного та інформаційного забезпечення для децентралізованої біржі на основі смарт-контрактів. Дослідження продемонструвало значний потенціал блокчейн-технологій у різних галузях та їх здатність забезпечувати високу ступінь безпеки, прозорості та децентралізації.

Аналіз предметної області блокчейн-технологій виявив їх значний потенціал для трансформації різних галузей завдяки властивостям децентралізації, безпеки та прозорості. Історія розвитку блокчейну, починаючи з робіт Хейбера і Сторнетти, та подальші досягнення, такі як впровадження Bitcoin і Ethereum, демонструють еволюцію цієї технології від простої системи позначення часу до складних децентралізованих платформ, здатних підтримувати смарт-контракти та децентралізовані додатки. Сьогодні блокчейн знаходить застосування не лише у сфері криптовалют, але й в енергетиці, охороні здоров'я, спорті та праві.

Аналіз алгоритмічного та інформаційного забезпечення проєктованої системи виявив суттєві переваги використання автоматизованих маркет-мейкерів (АММ) та смарт-контрактів на базі блокчейн-технологій. Архітектура Uniswap V4, яка включає удосконалення попередніх версій та інноваційні функції, такі як метод "флеш-обліку", демонструє значні поліпшення в ефективності та економії ресурсів. Уніфікованість контрактів та оптимізація витрат на газ забезпечують зручний та економічно вигідний процес торгівлі цифровими активами. Інформаційне забезпечення через API CoinGecko дозволяє отримувати актуальні дані про криптовалюту, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень під час торгівлі. Тестування системи за допомогою інструментів, таких як Postman, гарантує стабільність, безпеку та високу продуктивність, забезпечуючи надійний користувацький досвід.

Виконані дослідження та розробка підкреслюють важливість та потенціал подальшого розвитку блокчейн-технологій у різних секторах економіки, сприяючи інноваціям та підвищенню рівня довіри до цифрових фінансових інструментів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Antonopoulos, A. M. (2017). *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. O'Reilly Media.
2. Bonneau, J., Miller, A., Clark, J., Narayanan, A., Kroll, J. A., & Felten, E. W. (2015). Sok: Research perspectives and challenges for Bitcoin and cryptocurrencies. *IEEE Symposium on Security and Privacy*, 104-121.
3. Buterin, V. (2013). *Ethereum white paper: A next-generation smart contract and decentralized application platform*. Retrieved from <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
4. Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification, and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81.
5. Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE Access*, 4, 2292-2303.
6. Ethereum Foundation. (2021). *Ethereum 2.0 vision*. Retrieved from <https://ethereum.org/en/eth2/>
7. Fairfield, J. (2014). BitProperty. *Southern California Law Review*, 88, 805-874.
8. Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*, 3(2), 99-111.
9. Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and the Application of the Next Internet Technology*. Wiley.
10. Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
11. Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press.
12. Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on

the internet of money. In D. Lee (Ed.), Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion, Volume 1 (pp. 239-278). Academic Press.

13. Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: Principles and applications. In F. Xavier Olleros & M. Zhegu (Eds.), Research Handbook on Digital Transformations (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing.

14. Rosic, A. (2016). What is Ethereum? Retrieved from <https://blockgeeks.com/guides/ethereum/>

15. Schär, F., & Berentsen, A. (2020). Bitcoin, blockchain, and cryptoassets: A comprehensive introduction. MIT Press.

16. Seebacher, S., & Schüritz, R. (2017). Blockchain technology as an enabler of service systems: A structured literature review. In International Conference on Exploring Services Science (pp. 12-23). Springer.

17. Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a New Economy. O'Reilly Media.

18. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World. Penguin.

19. Wood, G. (2014). Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Ethereum Project Yellow Paper.

20. Xu, X., Weber, I., & Staples, M. (2019). Architecture for Blockchain Applications. Springer.

21. Лучка В.В. «ІНТЕРФЕЙС ОБМІНУ КРИПТОВАЛЮТИ НА ОСНОВІ СМАРТ-КОНТРАКТУ SOLIDITY» прийняті до публікації в збірнику за матеріалами VI Всеукраїнської студентської наукової конференції «Експериментальні та теоретичні дослідження в контексті сучасної науки» (21.06.2024, м. Рівне, Україна).

22. Загальні методичні рекомендації з підготовки, оформлення, захисту та оцінювання кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів. Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 83 с.

ДОДАТОК А

Алгоритм роботи додатку



ДОДАТОК Б
Апробація отриманих результатів



Громадська організація «Молодіжна наукова ліга».
Номер запису в Реєстрі громадських об'єднань: 1506433.
Адреса: вул. Зодчих, буд. 40, офіс 103; м. Вінниця, Вінницька обл., 21037
Організація функціонує як відокремлений підрозділ ТОВ «UKRLOGOS Group».
ЄДРПОУ: 44574526
IBAN: UA78305299000026003016111950
Банк ВФ АТ КБ «ПриватБанк»; МФО 305299
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 7172 від 21.10.2020.

Д О В І Д К А
ПРО ПРИЙНЯТТЯ ТЕЗ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

11.06.2024

Шановний(і) авторе(и):
Лучка Василь Васильович,

Організаційний комітет з радістю повідомляє, що тези «ІНТЕРФЕЙС ОБМІНУ КРИПТОВАЛЮТИ НА ОСНОВІ СМАРТ-КОНТРАКТУ SOLIDITY» прийняті до публікації в збірнику за матеріалами VI Всеукраїнської студентської наукової конференції «Експериментальні та теоретичні дослідження в контексті сучасної науки» (21.06.2024, м. Рівне, Україна).

Опубліковані тези будуть доступні з 21.06.2024 за посиланням:

<https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/issue/view/ukr-21.06.2024>

.....

Електронні сертифікати учасників конференції та подяки науковим керівникам будуть доступні з 21 червня. Розсилка замовлених друкованих примірників, сертифікатів та подяк відбудеться до 5 липня.

Конференцію зареєстровано Державною науковою установою «УкрІНТЕІ» в базі даних науково-технічних заходів України та Інформаційному бюлетені «План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні» (Посвідчення № 34 від 05.01.2024).

З повагою,

Директор Молодіжної наукової ліги
Голова оргкомітету конференції
ІГОР КОРЕНЮК



ІНТЕРФЕЙС ОБМІНУ КРИПТОВАЛЮТИ НА ОСНОВІ СМАРТ- КОНТРАКТУ SOLIDITY

Лучка Василь Васильович

здобувач вищої освіти факультету

комп'ютерних інформаційних технологій

Західноукраїнський національний університет, Україна

Науковий керівник: Кіт Іван Романович

викидач кафедри інформаційно обчислювальних систем і управління

Західноукраїнський національний університет, Україна

Протягом останнього десятиліття технологія блокчейн здобула значний інтерес у різних галузях завдяки здатності забезпечувати децентралізоване безпечне та прозоре управління даними. Криптовалюти такі як Bitcoin та Ethereum стали найпопулярнішими додатками блокчейну привертаючи увагу як інвесторів так і розробників. Спеціально Ethereum завдяки підтримці смарт-контрактів та децентралізованих додатків (DApps) суттєво розширив можливості блокчейн-технології дозволяючи створювати автоматизовані та надійні фінансові інструменти.

Серед найперспективніших розробок у сфері децентралізованих фінансів варто відзначити криптовалютні біржі які використовують смарт-контракти для забезпечення безпеки та автоматизації торгівлі. Однією з таких платформ є Uniswap що завдяки своїй інноваційній архітектурі стала лідером серед децентралізованих бірж.

Метою даного проекту є дослідження та розробка інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів платформи Ethereum. Це дозволить забезпечити ефективний та прозорий обмін цифровими активами. Інтеграція смарт-контрактів у криптовалютні біржі дозволить досягти високого рівня автоматизації та безпеки що має велике значення у сучасному цифровому фінансовому середовищі.

У рамках даного дослідження вирішуються наступні завдання:

- Проведення детального аналізу технології блокчейн включаючи історію розвитку основні принципи роботи та типи блокчейнів.
- Оцінка поточного стану і тенденцій розвитку блокчейн-технологій зокрема у контексті криптовалютних бірж.
- Дослідження механізмів інтеграції смарт-контрактів у існуючі криптовалютні біржі.
- Розробка та тестування смарт-контрактів для автоматизації процесів торгівлі управління транзакціями та збереження безпеки.
- Вивчення можливостей та обмежень платформи Ethereum для реалізації смарт-контрактів.
- Дослідження переваг та недоліків використання Ethereum у контексті децентралізованих додатків (DApps) та смарт-контрактів.
- Вивчення архітектури та принципів роботи популярних децентралізованих бірж зокрема Uniswap.
- Аналіз переваг та недоліків різних версій Uniswap.
- Розробка зручного та інтуїтивно зрозумілого користувацького інтерфейсу для взаємодії зі смарт-контрактами.
- Забезпечення надійної серверної частини для обробки транзакцій.

Об'єктом дослідження є криптовалютні біржі зокрема їхній інтерфейс та функціонування на основі смарт-контрактів платформи Ethereum. Предметом дослідження є розробка та аналіз інтерфейсу криптовалютної біржі на основі смарт-контрактів зокрема їхні можливості ефективність та безпека.

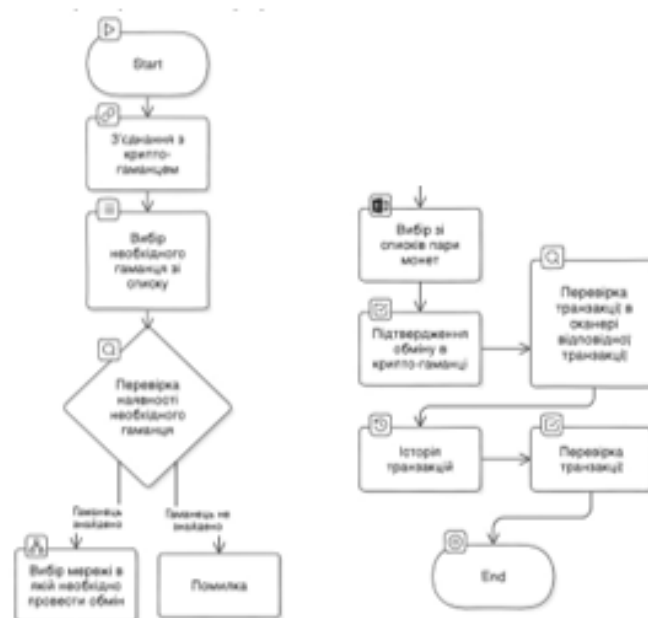


Рис.1. Алгоритм роботи

В результаті роботи було створено надійний та ефективний інтерфейс криптовалютної біржі, що забезпечує децентралізовану безпечну та автоматизовану торгівлю криптовалютами, а також сприяє підвищенню прозорості та ефективності обміну цифровими активами.

Список використаних джерел

1. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL
2. Buterin, V. (2013). Ethereum Whitepaper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. URL
3. Antonopoulos, A. M. (2017). Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies. O'Reilly Media.
4. Wood, G. (2014). Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger