

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
(повна назва)

Кафедра Інформатики
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ РОБОТИ З КРИПТОВАЛЮТОЮ
(тема)

Виконав:
здобувач 4 року навчання,
групи ІТІНФ-21-1
Залізко В. Я.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформатика
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Машталір С. В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри інформатики _____
(підпис)

Кобилін О. А.
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджментуКафедра ІнформатикиРівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУздобувачеві Залізку Владиславу Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Розробка вебзастосунку для роботи з криптовалютою

затверджена наказом університету від 19 травня 2025 року № 381Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 26 травня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи науково-методична та науково-технічна література, матеріали конференцій, бібліотека JavaScript React, платформа Node.js, програмне середовище розробки Visual Studio Code.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Сучасний стан розвитку вебзастосунків для роботи з криптовалютою.2. Стан вебзастосунків для роботи з криптовалютою.3. Моделювання структури вебзастосунку для роботи з криптовалютою.4. Інтеграція API Coingecko та Metamask.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) Актуальність проблеми поточних застосунків, актуальність безпеки застосунків, постановка задачі, тестові зображення.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.04.2025	
2	Аналіз завдання, підбір літератури	08.04.25-10.04.25	
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	11.04.25-14.04.25	
4	Аналіз технічних засобів	15.04.25-20.04.25	
5	Розробка методу	21.04.25-27.04.25	
6	Програмна реалізація	28.04.25-11.05.25	
7	Оформлення пояснювальної записки	12.05.25-20.05.25	
8	Перевірка на нормоконтроль	21.05.25-01.06.25	
9	Перевірка на плагіат	21.05.25-01.06.25	
10	Рецензування	21.05.25-01.06.25	
11	Підготовка презентації та доповіді	21.05.25-18.06.25	
12	Занесення роботи в електронний архів	02.06.25-18.06.25	
13	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.25-18.06.25	

Дата видачі завдання 7 квітня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Машталір С. В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 72 с., 23 рис., 31 джерело.

КРИПТОВАЛЮТА, ВЕБЗАСТОСУНОК, МОВА ПРОГРАМУВАННЯ JAVASCRIPT, ФРЕЙМВОРК REACT, МОВА ГІПЕРТЕКСТОВОЇ РОЗМІТКИ HTML5, КАСКАДНІ ТАБЛИЦІ СТИЛІВ CSS.

Об'єктом роботи є створення вебзастосунку для роботи з криптовалютами.

Метою роботи є розробка зручного та багатофункціонального вебзастосунку, який дозволить користувачам безпечно і ефективно керувати своїми криптоактивами, а також здійснювати операції купівлі-продажу криптовалют через інтегровані біржі.

Додаткові функції були розроблені для забезпечення унікальності криптовалютного вебзастосунку. Він призначений як для користувачів, так і для адміністраторів. Користувачі можуть зручно керувати своїми криптоактивами, здійснювати транзакції, переглядати історію операцій та перевіряти стан ринку в реальному часі.

CRYPTOCURRENCY, WEB APPLICATION, JAVASCRIPT PROGRAMMING LANGUAGE, REACT FRAMEWORK, HTML5 HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE, CSS CASCADE STYLE SHEETS.

The object of the work is to create a web application for working with cryptocurrencies.

The purpose of the work is to develop a convenient and multifunctional web application that will allow users to safely and effectively manage their cryptoassets, as well as carry out transactions of buying and selling cryptocurrencies through integrated exchanges.

Additional features have been developed to ensure the uniqueness of the cryptocurrency web application. It is intended for both users and administrators. Users can conveniently manage their crypto-assets, make transactions, view the history of transactions and monitor the state of the market in real time.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	6
Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області та постановка задачі	8
1.1 Сучасний стан розвитку вебзастосунків для роботи з криптовалютою	8
1.2 Поточний аналіз стану вебзастосунків для роботи з криптовалютою	15
1.3 Тенденція вебзастосунків для роботи з криптовалютою.....	16
1.4 Постановка задачі	18
2 Моделювання системи вебзастосунку	20
2.1 Специфікація вимог до застосунку	20
2.2 Архітектура системи.....	21
2.2.1 Інтеграція з MetaMask	22
2.2.2 Взаємодія з API Coingecko	22
2.2.3 Захист і безпека	23
2.3 Моделювання структури вебзастосунку для роботи з криптовалютою	23
2.4 Frontend частина.....	27
2.5 Backend частина	29
2.6 Інтеграція Coingecko та Metamask API.....	33
3 Розробка вебзастосунку для роботи з криптовалютою.....	37
3.1 Вибір інструментальних засобів для реалізації поставленої задачі.....	37
3.2 Етапи розробки вебзастосунку для роботи з криптовалютою	39
3.3 Тестування розробленого вебзастосунку та аналіз результатів.....	53
3.4 Перспективи подальшої роботи	67
Висновки	68
Перелік джерел посилання	70

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

BTC – Bitcoin (біткоїн)

ETH – Ethereum (ефіріум)

DApp – Decentralized Application (децентралізований застосунок)

DeFi – Decentralized Finance (децентралізовані фінанси)

NFT – Non-Fungible Token (незамінний токен)

PoW – Proof of Work (доказ роботи)

PoS – Proof of Stake (доказ частки)

DAO – Decentralized Autonomous Organization (децентралізована автономна організація)

ICO – Initial Coin Offering (первинне розміщення монет)

KYC – Know Your Customer (знай свого клієнта)

P2P – Peer-to-Peer (рівноправна мережа)

FUD – Fear, Uncertainty, Doubt (страх, невпевненість, сумнів)

DEX – Decentralized Exchange (децентралізована біржа)

API – Application Programming Interface (інтерфейс програмного застосування)

HTML – HyperText Markup Language (мова розмітки гіпертексту)

CSS – Cascading Style Sheets (каскадні таблиці стилів)

HTTP – Hypertext Transfer Protocol (протокол передачі гіпертексту)

ВСТУП

Робота над створенням вебзастосунку для роботи з криптовалютою є вкрай актуальною в сучасному світі, оскільки зростає інтерес до цифрових активів та децентралізованих фінансів. З огляду на швидке розширення ринку криптовалют і збільшення кількості інвесторів, користувачі все більше віддають перевагу зручним та безпечним платформам для керування своїми криптовалютними портфелями.

Створення вебсайту для криптовалютної платформи дає користувачам змогу зручно торгувати, купувати, продавати та зберігати криптовалюти, а також отримувати аналітичні дані про ринок. Це значно спрощує процес інвестицій та торгівлі, роблячи їх доступнішими як для новачків, так і для досвідчених інвесторів. Крім того, можливість відстежувати ціни в реальному часі, здійснювати швидкі транзакції та використовувати різноманітні інструменти для аналізу ринку робить такі вебплатформи незамінними для успішної роботи з криптовалютами.

З розвитком технологій та зростанням інтересу до блокчейн-індустрії, створення вебзастосунку для криптовалют є важливим кроком для залучення широкого кола користувачів. Функції на кшталт інтеграції з популярними гаманцями, налаштування персоналізованих інвестиційних стратегій та можливості децентралізованого фінансування роблять такий вебзастосунок ще привабливішим для криптоентузіастів, сприяючи їх задоволенню від використання платформи та підвищенню довіри до неї.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Сучасний стан розвитку вебзастосунків для роботи з криптовалютою

Створення вебзастосунку для роботи з криптовалютою в сучасному світі є надзвичайно важливим та складним процесом. У сьогоднішніх реаліях технологія блокчейну та криптовалют вийшла на новий рівень, пропонуючи безліч можливостей для користувачів, від простого зберігання активів до торгівлі на децентралізованих біржах. Для розробки якісного криптовалютного вебзастосунку необхідно мати комплексні навички: створення інтуїтивного інтерфейсу для взаємодії користувачів, ефективна робота з блокчейном на backend, забезпечення безпеки транзакцій та конфіденційності даних, а також ретельне тестування, щоб уникнути вразливостей і помилок.

Сьогодні важко уявити світ криптовалют без сучасних вебзастосунків, адже якісно розроблена платформа є ключем до зручного користування цифровими активами. Вона дає змогу інвесторам і трейдерам швидко купувати, продавати та зберігати криптовалюти, стежити за змінами на ринку в реальному часі та використовувати різноманітні аналітичні інструменти для прийняття обґрунтованих рішень. Крім того, надійний вебзастосунок допомагає компанії завоювати довіру клієнтів та підвищити свою репутацію в криптоспільноті.

Однак деякі компанії недооцінюють важливість якісної розробки криптовалютних платформ. Погано спроектований вебзастосунок може призвести до втрати активів або безпекових ризиків, що негативно вплине на репутацію платформи та відштовхне користувачів.

Найвідомішою помилкою в історії криптовалюти є криптоафера токєну Luna, через необачність команди проєкту вони не змогли продумати правильний механізм захисту криптоактиву. В результаті цього, команда

втратила всі гроші, які вони мали та отримали великий термін за ґратами. Багато людей втратили свої збереження, ціна монети зменшилась дуже швидко, тому ніхто навіть і не зрозумів, що коється (рис. 1.1).

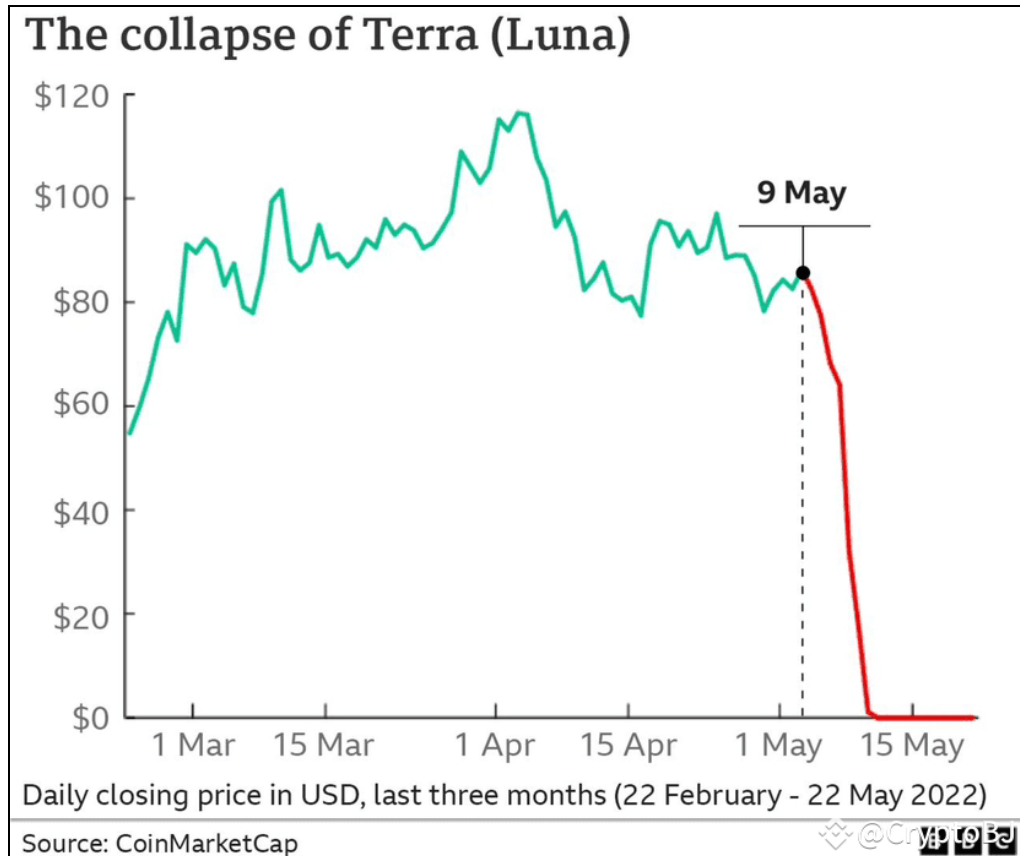


Рисунок 1.1 – Зміна ціни токєну Luna під час коллапсу

Тому важливо приділяти увагу кожному етапу розробки криптовалютного вебзастосунку, забезпечуючи його надійність, безпеку та зручність для користувачів. Це сприятиме успіху платформи та задоволенню потреб криптоентузіастів, створюючи довготривалі відносини між компанією та її клієнтам.

Вебзастосунки для роботи з криптовалютою за останні роки стали важливим елементом фінансової інфраструктури, надаючи користувачам інструменти для купівлі, продажу, торгівлі та зберігання цифрових активів. Сьогодні існує багато різних платформ, від централізованих бірж, таких як Binance та Coinbase, до децентралізованих протоколів, як-от Uniswap та

PancakeSwap. Ці платформи відіграють ключову роль в екосистемі криптовалют, пропонуючи широкий спектр послуг для користувачів, але, водночас, мають певні недоліки, які вимагають покращення.

Однією з основних проблем є питання безпеки. Криптовалютні платформи часто стають об'єктом кібератак, що може призвести до втрати активів користувачів. Хоча багато вебзастосунків запровадили багатофакторну аутентифікацію та інші засоби захисту, все ще спостерігаються випадки злому та крадіжок криптовалют. Це свідчить про необхідність подальшого вдосконалення безпекових протоколів та захисту від потенційних атак.

Іншою проблемою є висока комісія за транзакції, особливо на популярних платформах, що працюють на блокчейні Ethereum. Під час пікових навантажень користувачі стикаються з великими витратами на газ (transaction fees), що робить торгівлю та перекази менш вигідними. Хоча нові блокчейни, такі як Solana та Avalanche, пропонують рішення з нижчими комісіями, загальна проблема масштабованості залишається актуальною для багатьох вебзастосунків, що працюють на популярних мережах.

Інтерфейси користувача також потребують покращення. Багато криптовалютних вебзастосунків досі мають складні й непересічні інтерфейси, що створює труднощі для новачків. Користувачам буває важко орієнтуватися на платформах через відсутність інтуїтивно зрозумілих функцій або налаштувань. Покращення UX/UI дизайну здатне підвищити зручність користування та сприяти ширшому залученню користувачів.

Ще один суттєвий недолік – це відсутність достатньої підтримки клієнтів. У разі проблем з рахунками або транзакціями багато користувачів скаржаться на повільну або неефективну роботу служб підтримки. Особливо це стосується централізованих бірж, де часто клієнтські запити залишаються без швидкої відповіді. Покращення системи підтримки клієнтів і впровадження автоматизованих рішень для вирішення проблем могли б суттєво підвищити задоволеність користувачів.

Крім того, питання регулювання криптовалютного ринку також стоїть гостро. Відсутність чітких нормативних актів у багатьох країнах може призвести до правових ризиків як для платформ, так і для їх користувачів. Це створює невизначеність і нестабільність, що обмежує довіру до криптовалютних вебзастосунків. Важливо, щоб платформи активно співпрацювали з регуляторами для запобігання юридичним проблемам і захисту своїх користувачів. Зараз це вважається найгострішим питанням в криптосвіті, адже капіталізація криптоактивів зростає кожним роком (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Капіталізація криптоактивів за весь час

Ще одним недоліком є слабка інтеграція з традиційними фінансовими інструментами. Багато вебзастосунків для криптовалют досі мають обмежені можливості взаємодії з банківськими системами та платіжними платформами, що ускладнює введення і виведення коштів для користувачів. Поліпшення таких інтеграцій могло б зробити використання криптовалют значно простішим і зручнішим.

Одним з найпопулярніших методів обміну криптоактивів в кошти є P2P (Peer to Peer) – це переказ коштів від однієї людини до другої без посередників, але цей термін використовується так лише в банківському середовищі. В криптосвіті використовуються P2P-біржі, тобто в цих обмінах є гарант, що дає змогу провести угоду чесно (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – P2P угода з гарантом

Децентралізовані біржі (DEX) також мають певні обмеження, такі як недостатня ліквідність для менш популярних токенів і складності, пов'язані з пошуком потрібних торгових пар. Відсутність централізованого контролю може призвести до проблем із користувацьким досвідом, коли транзакції відбуваються повільно або з високою волатильністю курсу [1-3].

З огляду на все це, необхідність постійного вдосконалення криптовалютних вебзастосунків є очевидною. Платформи повинні розвиватися в напрямку поліпшення безпеки, зниження транзакційних витрат, спрощення інтерфейсів та покращення підтримки клієнтів. Це допоможе зробити їх привабливішими та зручнішими як для досвідчених трейдерів, так і для новачків, що входять у світ криптовалют.

Майже кожна криптовалютна платформа потребує власного вебзастосунку для зручної взаємодії з користувачами та надання послуг купівлі, продажу і зберігання цифрових активів. Однак створення такого вебзастосунку для роботи з криптовалютою включає багато різних етапів, кожен з яких є важливим для успішної реалізації проєкту.

Етапи створення криптовалютного вебзастосунку:

- визначення цілей і функціоналу для постановки задачі;
- аналіз конкурентних криптовалютних платформ;
- розробка технічного завдання;
- створення дизайну;
- розробка клієнтської та серверної частини;
- забезпечення інтеграції з блокчейном;
- тестування застосунку;
- здача проєкту замовнику та подальші оновлення за потребою.

На початковому етапі необхідно визначити основні цілі вебзастосунку, це може бути криптовалютна біржа, гаманець для зберігання активів або аналітична платформа. Крім того, варто провести аналіз уже існуючих конкурентів у криптосфері, таких як Binance, Kraken або MetaMask, щоб зрозуміти, які функції є найпопулярнішими, та уникнути повторення чужих помилок. Цей аналіз також допоможе визначити унікальні можливості, які можна запропонувати користувачам.

Після вибору ніші та визначення функціоналу необхідно приступити до написання технічного завдання. Це детальний документ, який містить усі аспекти майбутньої розробки, включаючи ключові функції (реєстрація, інтеграція з криптовалютними гаманцями, аналітика ринку), безпеку транзакцій, вимоги до масштабованості системи, а також терміни виконання та тестування.

Наступним кроком є створення дизайну. Для криптовалютного застосунку дизайн має бути сучасним і зрозумілим, щоб користувачі могли легко орієнтуватися серед функцій. Макет, створений на цьому етапі, має бути затверджений замовником, після чого він передається програмістам для реалізації.

Програмування є найскладнішим і найбільш трудомістким етапом. Для клієнтської частини зазвичай використовуються HTML, CSS та JavaScript, з фреймворками, такими як React або Vue.js, щоб забезпечити швидкість і

зручність роботи. Водночас серверна частина вебзастосунку включає роботу з базами даних та блокчейн-інтеграцію. Для цього використовують технології, як-от Node.js, Python або Golang, а для баз даних — MongoDB або PostgreSQL. Окрему увагу необхідно приділити забезпеченню інтеграції з блокчейнами, наприклад, Ethereum або Bitcoin, для проведення транзакцій і зберігання криптоактивів.

Після завершення розробки вебзастосунків передається на етап тестування. Тут важливо перевірити безпеку платформи, особливо для збереження приватних ключів і обробки криптовалютних транзакцій. Також необхідно протестувати функціональність, продуктивність і масштабованість системи, щоб вона могла обробляти великий обсяг користувачів без затримок чи збоїв.

Після успішного тестування здійснюється здача проєкту замовнику. Важливо підготувати детальну документацію, яка містить інструкції з користування, налаштування криптогаманців та проведення операцій. Замовник має бути ознайомлений з усіма ключовими можливостями платформи, щоб надалі зручно управляти вебзастосунком.

Оновлення та технічна підтримка також є важливою частиною процесу. Платформи для роботи з криптовалютою потребують регулярних оновлень через зміну ринкових умов, технологій блокчейну та вимог користувачів. Це дозволяє підтримувати актуальність продукту та забезпечувати безперебійну роботу для всіх користувачів. До речі, своєчасне оновлення допомагає підвищити рівень безпеки застосунку, адже можна усувати вразливі місця та додавати нові алгоритми захисту платформи. Технічна підтримка відіграє важливу роль у взаємодії з користувачами, адже забезпечується оперативне вирішення проблем, відповіді на запитання клієнтів та швидке знаходження вразливостей. При зберіганні цих простих речей компанія може ефективно накопичувати позитивні відгуки від клієнтів, визначати основні та додаткові потреби користувачів для покращення послуг, швидко реагувати на надзвичайні події, які можуть призвести до поганих речей.

1.2 Поточний аналіз стану вебзастосунків для роботи з криптовалютою

Якісний вебзастосунок є одним із ключових елементів успішного функціонування будь-якої криптовалютної платформи. У сучасному світі криптовалют, кожній платформі потрібен ефективний та зручний у користуванні вебзастосунок. Для кращого розуміння цього питання було досліджено літературні та інтернет-джерела, пов'язані з криптовалютами та розробкою вебзастосунків для роботи з ними.

У інтернет-джерелі [4] детально описується важливість наявності якісного вебзастосунку для криптовалютних платформ. Також наведено приклади успішних бірж і платформ, які досягли висот завдяки надійним, функціональним і зручним вебзастосунку для своїх користувачів. Джерело аналізує ключові елементи, що роблять такі платформи привабливими.

У статті [5] представлено 20 прикладів найкращих вебзастосунків для криптовалютних платформ із коротким описом функцій, які зробили їх успішними. Серед цих функцій – інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, висока продуктивність та інтеграція з популярними блокчейнами. Окрім цього, розглядається питання безпеки і забезпечення захисту активів користувачів.

У книзі [6] описується популярний шлях вивчення фреймворку React, який широко використовується при створенні вебзастосунків для криптовалютних платформ. Це одна з провідних книг у світі веброзробки на базі JavaScript, яка допомагає розробникам освоїти React для створення інтерактивних і швидких вебзастосунків. Книга допомагає структурувати процес навчання, надаючи детальні приклади та практичні завдання, які підвищують ефективність роботи з React під час розробки криптоплатформ.

Книга [7], автором якої є Джеффри Зельдман, є класикою в галузі вебдизайну і розробки, і пропонує зрозумілий підхід до використання вебстандартів для створення доступних і надійних вебзастосунків. Вона підкреслює важливість використання вебстандартів і підходів до кодування,

які полегшують розробку криптовалютних платформ і допомагають уникнути необхідності постійної переробки коду.

У статті [8] розглядається питання безпеки криптовалютних вебзастосунків. Описано нові технології безпеки, такі як мультифакторна автентифікація та шифрування, які використовуються для захисту активів користувачів. Автори також обговорюють сучасні загрози, що виникають у процесі роботи з криптовалютами, та як криптоплатформи можуть мінімізувати ці ризики.

У статті [9] аналізується інтеграція криптовалютних вебзастосунків з різними блокчейнами, включаючи популярні мережі, такі як Ethereum та Binance Smart Chain. Наведено приклади успішної інтеграції й обговорено виклики, пов'язані з масштабованістю та швидкістю транзакцій на платформах.

У джерелі [10] розповідається про новітні підходи до UX/UI дизайну для криптовалютних вебзастосунків. Пояснюється, як зручність і доступність дизайну можуть вплинути на популярність та успіх платформи серед користувачів, особливо новачків, які вперше працюють з криптовалютами.

1.3 Тенденція вебзастосунків для роботи з криптовалютою

Сучасне життя вимагає швидких та ефективних рішень, особливо це актуально у сфері криптовалют, де швидкість, безпека та зручність є ключовими факторами. Вебзастосунки для роботи з криптовалютами стають все більш популярними, оскільки вони надають користувачам можливість легко керувати своїми активами, незалежно від часу чи місця.

Однією з головних переваг таких вебзастосунків є можливість здійснювати транзакції з криптовалютою цілодобово. Це особливо важливо на тлі того, що ринки криптовалют працюють 24/7, на відміну від традиційних фінансових інструментів. Завдяки таким застосункам

користувачі можуть купувати, продавати та обмінювати криптовалюту в будь-який час, не обмежуючись робочими годинами банків або фінансових установ.

Крім того, вебзастосунки для криптовалют дозволяють забезпечити повний контроль над активами без необхідності залучення сторонніх осіб чи посередників. Це збільшує конфіденційність та знижує ризики, пов'язані з шахрайством чи втратами через втручання третіх сторін. Багато застосунків надають також інтеграцію з апаратними гаманцями, що додає додатковий рівень безпеки.

Однак не можна не згадати й про недоліки таких систем. Однією з головних проблем є безпека даних та коштів. Криптовалютні вебзастосунки часто стають мішенню для хакерів, тому питання кібербезпеки завжди залишається на першому плані. Користувачам доводиться покладатися на надійність розробників застосунків та заходи безпеки, які вони впроваджують, такі як двофакторна аутентифікація та шифрування даних.

Ще однією проблемою є висока волатильність криптовалют. Це може призводити до ситуацій, коли вартість активів різко змінюється протягом декількох хвилин або навіть секунд. В таких умовах користувачі повинні мати можливість швидко реагувати, і не всі вебзастосунки забезпечують достатньо високу продуктивність та швидкість реакції на ринку.

Попри ці виклики, вебзастосунки для криптовалют продовжують розвиватися і впроваджують нові функції, такі як автоматичний трейдинг, аналітичні інструменти та розширені опції з управління активами. Це робить їх важливим інструментом для користувачів, які прагнуть максимальної зручності та ефективності в управлінні своїми криптоактивами.

Отже, незважаючи на деякі технічні недоліки та ризики, вебзастосунки для роботи з криптовалютами продовжують удосконалюватися та надавати користувачам більше свободи, гнучкості та контролю над їхніми фінансовими операціями у світі криптовалют.

1.4 Постановка задачі

Основним завданням є розробка зручного та багатофункціонального вебзастосунку для роботи з криптовалютами, який би надавав можливість користувачам керувати своїми активами, здійснювати транзакції та моніторити стан ринку криптовалют в режимі реального часу. Цей застосунок повинен підтримувати роботу з кількома криптовалютами, забезпечувати високу безпеку транзакцій і надавати користувачам гнучкі аналітичні інструменти для ухвалення обґрунтованих фінансових рішень.

Об'єктом роботи є створення вебзастосунку для роботи з криптовалютами.

Метою роботи є розробка зручного та багатофункціонального вебзастосунку, який дозволить користувачам безпечно і ефективно керувати своїми криптоактивами, а також здійснювати операції купівлі-продажу криптовалют через інтегровані біржі.

Головною задачею є створення платформи, яка дозволить користувачам зручно керувати криптовалютними активами, проводити транзакції, переглядати історію операцій та отримувати індивідуальні рекомендації на основі аналітики ринку. Також важливо забезпечити зручний інтерфейс для новачків у криптовалютах, а також більш розширені функції для досвідчених трейдерів. Важливо інтегрувати безпечну систему аутентифікації та шифрування даних. У розробці застосунку будуть використовуватися JavaScript, Node.js, React, Rapid API, CSS для забезпечення високої продуктивності та масштабованості.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих вебзастосунків для роботи з криптовалютами;
- розробити технічне завдання для безпечного зберігання даних та швидких транзакцій;
- створити сучасний і зручний дизайн, що відповідає вимогам UX/UI;

- розробити систему управління криптоактивами на основі сучасних технологій для швидкої обробки транзакцій;
- забезпечити високу безпеку даних за допомогою методів шифрування та двофакторної аутентифікації.

Цей вебзастосунок надасть користувачам можливість легко і безпечно взаємодіяти з криптовалютними активами, забезпечить прозорість фінансових операцій і зручний доступ до ринкової аналітики в реальному часі.

2 МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВЕБЗАСТОСУНКУ

2.1 Специфікація вимог до застосунку

Вебзастосунок для роботи з криптовалютою – це платформа, що дозволяє користувачам переглядати інформацію про криптоактиви, отримувати доступ до ринкової аналітики, а також здійснювати транзакції з купівлі та продажу криптовалют за допомогою підключеного криптогаманця MetaMask.

Система підтримує 2 типи користувачів:

– «Звичайний користувач» – це користувач, який не підключив свій криптогаманець. Такий користувач має змогу переглядати головну сторінку платформи, ознайомлюватися з загальною інформацією про криптовалюту, ринкові тренди, курси криптовалют, новини та аналітику. Також звичайний користувач може створити обліковий запис для збереження персональних налаштувань, але не має доступу до функцій транзакцій;

– «Користувач з підключеним гаманцем» – це користувач, який підключив свій криптогаманець MetaMask до вебзастосунку. Крім доступу до всіх функцій звичайного користувача, він може здійснювати транзакції з купівлі та продажу криптовалют, отримувати інформацію про стан свого криптопортфеля, включаючи всі токени та активи, що зберігаються у підключеному гаманці, переглядати історію транзакцій, проведених через платформу, отримувати сповіщення про зміни ринкових умов або цін на криптоактиви в реальному часі, а також використовувати різні інструменти для аналізу ринку та торгівлі.

2.2 Архітектура системи

Архітектура вебзастосування для роботи з криптовалютами побудована за клієнт-серверною моделлю з інтеграцією зовнішніх сервісів, таких як MetaMask для криптогаманців і API від Coingecko для отримання інформації про криптовалюти.

Вебзастосунок базується на стандартній клієнт-серверній архітектурі, де клієнтська частина працює на стороні користувача через веббраузер, а серверна частина виконує обробку запитів і взаємодіє з зовнішніми сервісами.

Основні компоненти клієнт-серверної архітектури:

- клієнтська частина – це вебінтерфейс, з яким взаємодіє користувач. Вона відповідальна за відображення даних, отриманих з API Coingecko, а також за обробку взаємодії з MetaMask. Клієнтська частина побудована з використанням сучасних JavaScript фреймворків, що дозволяє ефективно оновлювати інтерфейс без перезавантаження сторінки (SPA – Single Page Application). Основні функції клієнта це відображення курсів криптовалют, графіків і аналітики з API Coingecko, підключення та управління криптогаманцем MetaMask та створення запитів на здійснення транзакцій;

- серверна частина виконує роль проміжного етапу між клієнтською частиною і зовнішніми API. Вона приймає та обробляє запити від клієнта, взаємодіє з API Coingecko для отримання інформації про криптоактиви, відправляє дані клієнту для відображення та обробляє результати транзакцій та перевіряє їх статусу через MetaMask;

- взаємодія клієнт-сервер, де запити клієнта надсилаються на сервер через HTTP або WebSocket для швидкого оновлення інформації в реальному часі. Наприклад, після запиту на отримання поточного курсу криптовалют, сервер надсилає запит до API Coingecko і повертає оброблену інформацію клієнту.

2.2.1 Інтеграція з MetaMask

MetaMask виступає як ключовий компонент для здійснення транзакцій з криптовалютами. Вебзастосунок використовує JavaScript API MetaMask для забезпечення доступу користувачів до криптогаманців прямо з веббраузера. Основні етапи інтеграції з MetaMask:

- підключення гаманця: користувач може підключити свій криптогаманець до вебзастосунку через MetaMask. Це дозволяє аутентифікувати користувача та отримати доступ до його криптоактивів;
- підтвердження транзакцій: для кожної фінансової операції, користувачеві надсилається запит через MetaMask для підтвердження транзакції. Тільки після підтвердження операція буде виконана;
- захист і безпека: MetaMask використовує власні методи шифрування та авторизації, що гарантує безпеку транзакцій та приватності користувача.

2.2.2 Взаємодія з API Coingecko

Coingecko API — це основне джерело для отримання ринкової інформації про криптовалюти, такої як ціни, обсяг торгів, історичні дані, графіки тощо. Вебзастосунок взаємодіє з API Coingecko через сервер для регулярного отримання актуальних даних і їх відображення на клієнтській частині. Основні моменти роботи з API Coingecko:

- запити до API: сервер робить запити до Coingecko API для отримання інформації про курси криптовалют, обсяг торгів, ринкові тенденції тощо. Залежно від запиту користувача, API надає різні види інформації;
- актуалізація даних: оскільки ринок криптовалют динамічний, важливо забезпечити регулярне оновлення інформації. Це може

здійснюватися через WebSocket-з'єднання або періодичні запити (polling) для отримання свіжих даних;

– кешування даних: для зменшення навантаження на API та забезпечення швидкого відображення інформації на клієнті, може використовуватися кешування даних на сервері.

2.2.3 Захист і безпека

Зважаючи на роботу з криптовалютами, вебзастосунок приділяє особливу увагу питанням безпеки:

– авторизація через MetaMask: безпосередня інтеграція з MetaMask дозволяє використовувати її механізми захисту для виконання транзакцій. Таким чином, ключі доступу до гаманця не зберігаються на стороні сервера;

– шифрування даних: вся передача даних між клієнтом, сервером і зовнішніми API відбувається через захищені канали зв'язку (HTTPS), що мінімізує ризики перехоплення інформації;

– керування доступом: доступ до функцій купівлі-продажу криптовалют має лише користувач з підключеним гаманцем MetaMask. Це забезпечує чіткий поділ між звичайними користувачами і користувачами з підключеним криптогаманцем.

2.3 Моделювання структури вебзастосунку для роботи з криптовалютою

Моделювання є важливим етапом у розробці будь-якого вебзастосунку, оскільки дозволяє детально продумати всі можливі сценарії використання системи, а також визначити дії та ролі користувачів. Для вебзастосунку з управління криптовалютами, як і для будь-якого програмного продукту,

важливо чітко визначити, хто і які функції буде виконувати в системі. Для цього використано діаграму прецедентів, зображену на рисунку 2.1, яка наочно демонструє взаємодію різних типів користувачів із вебзастосунком.

Діаграма прецедентів відображає два основні типи користувачів – звичайного користувача та користувача з підключеним криптогаманцем MetaMask. Звичайний користувач може переглядати курси криптовалют, дізнаватися про стан ринку, переглядати аналітику та історію ринку. Користувач з підключеним криптогаманцем MetaMask, крім цього, отримує доступ до функцій для здійснення транзакцій: купівлі, продажу криптовалют, перегляду балансу своїх активів і історії транзакцій.

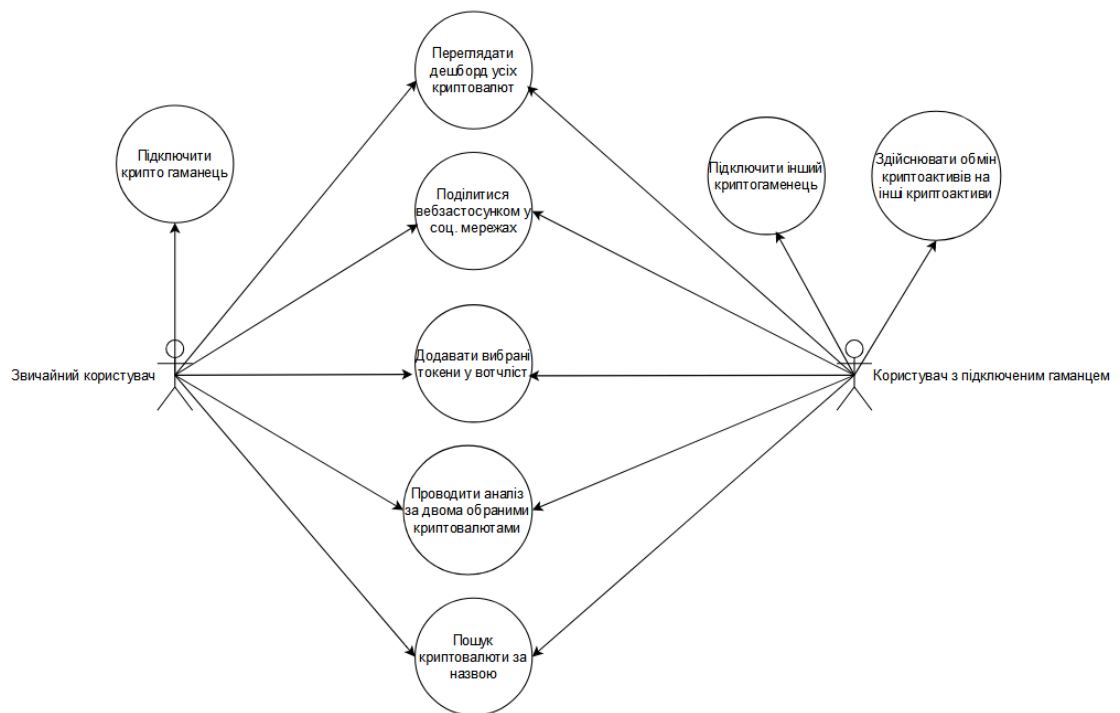


Рисунок 2.1 – Діаграма прецедентів вебзастосунку для роботи з криптовалютою

Після створення діаграми прецедентів наступним кроком у моделюванні вебзастосунку для роботи з криптовалютами є побудова діаграм послідовності. Ці діаграми деталізують кроки, які виконує система у відповідь на дії користувача.

Для більш глибокого розуміння створюються дві діаграми послідовностей: діаграма послідовності для звичайного користувача (рис. 2.2) та діаграма послідовності для користувача з підключеним гаманцем MetaMask (рис. 2.3).

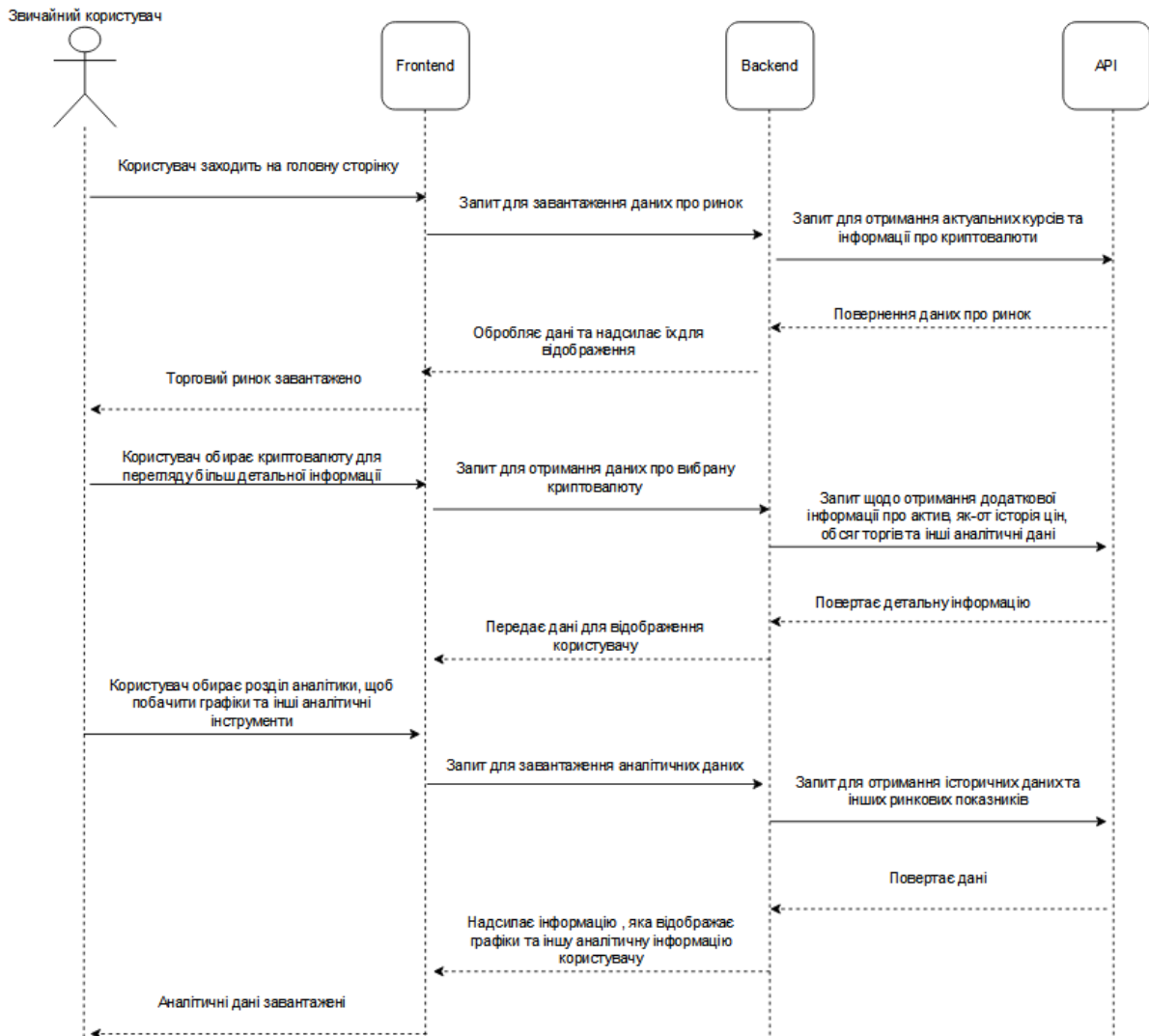


Рисунок 2.2 – Діаграма послідовності для звичайного користувача

Кожна діаграма містить користувача та дві основні компоненти системи – Frontend і Backend. Frontend представляє інтерфейс, через який користувач взаємодіє з платформою, відображаючи дані та виконуючи запити, тоді як Backend працює на сервері та обробляє запити від Frontend, здійснюючи взаємодію з MetaMask API та API Coingecko.

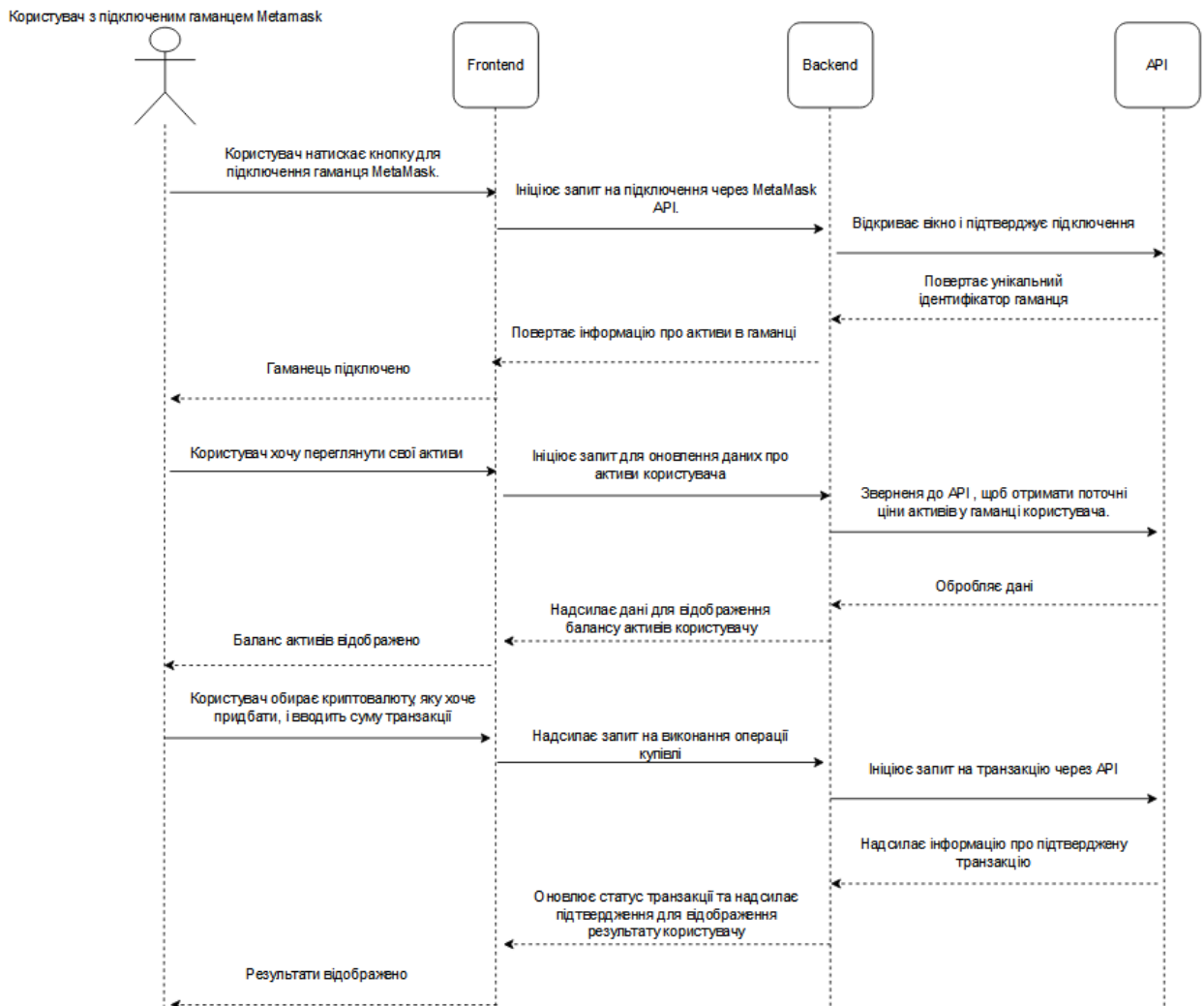


Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності для користувача з підключеним гаманцем MetaMask

На рисунку 2.2 представлено дії звичайного користувача та його взаємодію з вебзастосунком. Він може переглядати курси криптовалют, отримувати ринкову інформацію та доступ до аналітичних інструментів без підключення криптогаманця. Для отримання цих даних користувач надсилає запити через інтерфейс, який пересилає їх на Backend, де виконується запит до API Coingecko, після чого інформація відправляється назад для відображення у вебінтерфейсі.

На рисунку 2.3 показано користувача з підключеним гаманцем MetaMask та його взаємодію з вебзастосунком. Після авторизації користувач отримує можливість здійснювати транзакції купівлі та продажу криптовалют. Для цього він обирає актив і ініціює транзакцію, яка через Frontend

передається до Backend, де формується запит для MetaMask API. Після підтвердження транзакції MetaMask відповідає про її статус, який Backend обробляє та відправляє користувачу.

2.4 Frontend частина

Frontend частина вебзастосунку побудована з використанням React, що забезпечує ефективне створення динамічних компонентів, дозволяючи реалізувати інтерфейс із сучасними стандартами продуктивності та гнучкості. Завдяки React Hooks, зокрема useState та useEffect, кожен компонент здатний зберігати та змінювати свій стан у відповідь на дії користувачів або оновлення даних із сервера, що робить інтерфейс більш інтерактивним та реактивним.

Основні технології, використані у фронтенді:

- React і React Hooks: використання useState для керування локальним станом компонентів, таких як поточні ціни на криптовалюти, вибрані фільтри або параметри відображення. Наприклад, під час завантаження ринкових даних useEffect дозволяє виконувати запити до API Coingecko кожного разу, коли оновлюється інформація, що забезпечує актуальні дані в реальному часі;

- MUI (Material-UI): ця бібліотека компонентів дозволяє швидко створювати візуально привабливий інтерфейс, дотримуючись принципів адаптивності та доступності. Компоненти MUI, такі як таблиці, графіки, сповіщення та кнопки, дозволяють структуровано і зручно відображати інформацію про криптовалюти, полегшуючи користувачу взаємодію з інтерфейсом;

- ChartData: для відображення аналітичних даних, таких як історія цін або обсяги ринку, використовується ChartData, яка дозволяє будувати графіки, лінійні та стовпчасті діаграми. Це полегшує візуальне сприйняття

динаміки ринку і дає користувачу змогу бачити зміни у вартості криптоактивів у зрозумілій формі.

React забезпечує зручне компонування сторінок, де HTML відповідає за структуру, CSS – за стиль, а JavaScript у вигляді компонентів React дозволяє створювати інтерактивну логіку, що відображається у реальному часі. Система побудована так, що кожен компонент є автономним блоком, який може бути повторно використаний у різних частинах застосунку.

Завдяки інтеграції React з бібліотекою MUI створюються компоненти, які швидко рендеряться та підтримують адаптивний дизайн, що забезпечує зручність роботи на різних пристроях. React також забезпечує підтримку декларативного стилю програмування, де розробник лише описує, як виглядає компонент у певному стані, а React автоматично оновлює UI, коли змінюється стан.

Кожна частина інтерфейсу побудована як окремий компонент React, що спрощує управління кодом та покращує продуктивність застосунку. Наприклад:

- компоненти для відображення криптовалют: реалізовані у вигляді таблиць і карток, які відображають базову інформацію про криптоактиви, як от ціни, зміни за день та обсяг торгів;

- компоненти для детального огляду активу: на окремих сторінках або у спливаючих вікнах, які виводять історичні графіки, аналіз змін ціни та інші показники, отримані з API Coingecko.

Завдяки `useState` можна зберігати й змінювати стан кожного компонента, зокрема, перемикання відображення списку активів, зміну параметрів фільтрів і вибору часових рамок для аналізу ринку. `useEffect` використовується для автоматичного оновлення даних після підключення гаманця MetaMask, а також для періодичного оновлення інформації з API Coingecko. Це дозволяє не лише автоматично синхронізувати інтерфейс із зовнішніми даними, але й мінімізувати час завантаження та підвищити швидкодію.

Графіки й аналітика, створені за допомогою ChartData, дозволяють наочно відображати важливі фінансові показники. ChartData забезпечує гнучкі налаштування для графіків різного типу (лінійні, свічкові, стовпчасті), що дозволяє користувачам бачити історію цін, аналізувати тренди та робити рішення на основі даних. Це особливо корисно для користувачів, які потребують швидкого доступу до статистики ринку.

Взаємодія із Coingecko API виконується за допомогою асинхронних запитів через Fetch API або Axios. Використання асинхронного підходу дозволяє уникати блокувань на рівні інтерфейсу, забезпечуючи плавний користувацький досвід. Це означає, що дані про криптоактиви, курси та інші оновлення з'являються на екрані в реальному часі без перезавантаження сторінки [11-16].

Події, пов'язані із підключенням гаманця MetaMask або завершенням транзакції, обробляються так, щоб негайно оновити інтерфейс, показуючи новий баланс або статус транзакції. Для цього застосунок використовує сповіщення (наприклад, «Транзакція підтверджена») за допомогою MUI, щоб користувач завжди був поінформований про завершення важливих операцій.

У підсумку, комбінація React, React Hooks, MUI, ChartData та асинхронної взаємодії з API дозволяє створити інтерфейс, який відповідає потребам сучасних користувачів, забезпечуючи зручність, швидкість та естетичність роботи з криптовалютами [17].

2.5 Backend частина

Backend частина застосунку є ключовим компонентом, що забезпечує зв'язок між Frontend-інтерфейсом і різними зовнішніми ресурсами, такими як криптогаманці користувачів і API Coingecko. Завдяки Node.js, backend підтримує асинхронну архітектуру, що дозволяє паралельно обробляти велику кількість одночасних запитів. Це особливо важливо для ринкових

даних, що швидко змінюються, а також для транзакцій, які потребують швидкої реакції та обробки в реальному часі.

Node.js дозволяє реалізувати основні функції бекенду через REST API, що надає інтерфейс для всіх клієнтських запитів. REST API підвищує гнучкість архітектури, оскільки дозволяє створювати окремі ендпоїнти для кожного завдання: отримання ринкових даних, здійснення транзакцій, перевірка стану активів користувача тощо. Зокрема, система побудована таким чином, що кожен ендпоїнт розроблений із дотриманням принципів SOLID, що не тільки полегшує підтримку, але й спрощує модифікацію та інтеграцію нових функцій. Наприклад, якщо потрібно додати можливість підключення до інших гаманців окрім MetaMask, це можна зробити з мінімальними змінами в архітектурі.

SOLID-принципи також забезпечують високий рівень модульності: компоненти, що відповідають за різні функції, розділені таким чином, що зміни в одному компоненті не призведуть до помилок в інших. Це критично для застосунків, які працюють із чутливими даними користувача та потребують стабільності. Наприклад, принцип Open/Closed, згідно з яким класи повинні бути закритими для змін, але відкритими для розширення, дозволяє додавати новий функціонал без необхідності вносити зміни до основного коду. Кожна літера в аббревіатурі SOLID представляє один із цих принципів:

– принцип єдиної відповідальності (Single Responsibility Principle): кожен клас або модуль повинен мати лише одну причину для зміни. Це означає, що кожен компонент програми повинен виконувати лише одну конкретну функцію або завдання;

– принцип відкритості/закритості (Open/Closed Principle): система повинна бути відкритою для розширення, але закритою для модифікацій. Це означає, що класи або модулі повинні бути легко розширюваними без зміни їхнього внутрішнього коду;

– принцип підстановки Барбери Лісков (Liskov Substitution Principle): об'єкти базового класу повинні бути замінними своїми підтипами, тобто, код, який використовує базовий клас, повинен працювати коректно з будь-яким підтипом цього класу;

– принцип розділення інтерфейсу (Interface Segregation Principle): клієнти не повинні залежати від інтерфейсів, які вони не використовують. Це означає, що класи не повинні примушуватися реалізувати методи, які вони не використовують;

– принцип інверсії залежностей (Dependency Inversion Principle): високорівневі модулі не повинні залежати від деталей низькорівневих модулів. Обидва типи модулів повинні залежати від абстракцій. Крім того, абстракції не повинні залежати від деталей, а деталі повинні залежати від абстракцій. Цей принцип спрощує зміну та розширення системи, оскільки він дозволяє замінювати деталі без зміни високорівневого коду.

Інтеграція з Coingecko API є центральною частиною функціоналу бекенду, оскільки вона забезпечує застосунок реальними ринковими даними, такими як курси криптовалют, обсяг торгів і статистика. API Coingecko обраний завдяки своїй стабільності та надійності, що є важливим аспектом для роботи із швидкозмінними ринками. Для оптимізації використання цього API бекенд реалізує механізм кешування даних. Наприклад, інформація про ціни криптовалют може бути кешована на кілька хвилин, що зменшує кількість запитів до API та підвищує швидкодію системи, особливо при великому навантаженні.

REST – це архітектурний стиль для розробки API (Інтерфейс прикладного програмування). Цей підхід сприяє спрощенню інтеграції між різними системами та забезпечує високу гнучкість при розробці вебзастосунків. Він визначає набір принципів та обмежень для створення вебсервісів, які є легкими для використання та масштабованими. REST API використовують HTTP методи (GET, POST, PUT, DELETE) для взаємодії з ресурсами.

REST API працює з ресурсами, які можуть бути будь-якими даними, такими як користувачі, продукти або замовлення. Кожен запит до REST API повинен містити всю необхідну інформацію для його виконання. Сервер не повинен зберігати стан між запитами. Клієнт надсилає запити до сервера, а сервер повертає відповіді. Клієнт не повинен знати внутрішню реалізацію сервера та повинен використовувати HTTP методи для створення, читання, оновлення та видалення ресурсів. REST API повинні використовувати загальний інтерфейс на основі HTTP для взаємодії з різними ресурсами.

Підтримка криптогаманця MetaMask через MetaMask Connect дозволяє користувачам виконувати фінансові операції без необхідності передачі чутливих даних на сервер. Після підключення гаманця користувача застосунок може відстежувати його баланс, дозволяти купівлю чи продаж активів та надавати інформацію про стан портфеля. Завдяки цьому користувач отримує зручний доступ до власних активів, а бекенд обробляє лише необхідні для транзакцій дані, що значно підвищує рівень безпеки. MetaMask Connect також забезпечує верифікацію особи, дозволяючи обмежити доступ до фінансових функцій лише авторизованим користувачам.

Для захисту даних користувачів реалізовані механізми аутентифікації та авторизації, що використовуються в кожній сесії при підключенні до гаманця. Це допомагає запобігти несанкціонованому доступу до фінансових операцій та персональних даних. Токени сесій генеруються для кожного користувача та використовуються лише на час сесії, що забезпечує тимчасовий доступ без ризику довгострокового збереження конфіденційних даних на стороні сервера. Цей підхід відповідає сучасним стандартам безпеки та дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з доступом до криптовалютних активів.

Також backend частина підтримує логіку сповіщень та оновлення даних у реальному часі. Застосунок може відправляти повідомлення користувачам про значні зміни курсу обраних активів або про досягнення встановлених меж цін, що дозволяє користувачам оперативно реагувати на зміну ринкових

умов. Це досягається за допомогою постійного опитування Coingecko API або push-повідомлень на клієнтські пристрої [18-24].

Поєднання таких технологій, як Node.js, REST API, Coingecko API та MetaMask Connect, дозволяє створити продуктивний, гнучкий і безпечний застосунок для користувачів криптовалютного ринку. Така архітектура надає всі необхідні можливості для обробки транзакцій у реальному часі, управління даними про ринок і забезпечення швидкої реакції на зміну умов торгівлі.

2.6 Інтеграція Coingecko та Metamask API

У цьому вебзастосунку інтеграція з Coingecko API та MetaMask API є основою функціоналу, забезпечуючи користувачів актуальною інформацією про криптовалюту та безпечний доступ до гаманців для проведення операцій. Специфікація та реалізація таких зовнішніх API забезпечують комплексний підхід до обробки даних, підвищуючи гнучкість і масштабованість застосунку. Цей підхід дозволяє працювати з інформацією динамічно, що є вирішальним фактором у сучасних вебзастосунках для фінансових операцій, зокрема з криптовалютами, де зміни на ринку можуть відбуватися щосекунди. Така інтеграція з API дозволяє забезпечувати користувачів максимально актуальними даними, мінімізуючи затримки та оновлення, що особливо важливо в умовах нестабільного ринку криптовалют, де будь-яка зміна може суттєво вплинути на ухвалення рішення користувачем.

Coingecko API є основним джерелом даних про криптовалютний ринок у застосунку. Завдяки великій кількості доступних методів, Coingecko API дозволяє запитувати курси, історичні дані, ринкові капіталізації, об'єми торгів і безліч інших параметрів, які становлять значну цінність для користувача. Наприклад, застосунок може запитувати в Coingecko API курс обраної криптовалюти і відразу відображати ці дані для користувача,

забезпечуючи тим самим швидкий доступ до ринкових показників без необхідності постійного оновлення вручну. Окрім цього, Coingecko API забезпечує дані про історичні зміни ціни, що дозволяє користувачам аналізувати тенденції на ринку. Використання таких даних може бути корисним для розробки графіків і аналітичних інструментів, що відображають зміну ціни криптовалют протягом певного періоду. Це дозволяє користувачам вебзастосунку отримувати не лише поточні дані, а й історичні, що створює глибше розуміння ринкової ситуації.

MetaMask API забезпечує надійний механізм для підключення криптогаманців, дозволяючи користувачам не лише зберігати свої активи, але й проводити транзакції, не покидаючи застосунку. Ця інтеграція надає користувачам можливість керувати своїми гаманцями, виконувати операції з токенами, переглядати історію транзакцій та залишки на рахунках у захищеному середовищі. MetaMask API забезпечує високий рівень безпеки, адже для авторизації та доступу до функцій користувач використовує свій гаманець, що унеможливорює несанкціонований доступ з боку вебзастосунку до приватної інформації користувача. Для здійснення транзакцій користувач отримує відповідний запит, який повинен підтвердити у своєму гаманці MetaMask, що забезпечує додатковий рівень безпеки та прозорості операцій.

Для реалізації взаємодії з обома API використовується Node.js з підтримкою асинхронних запитів, що дозволяє ефективно обробляти відповіді від API без затримок у виконанні коду на клієнтській частині. Node.js надає можливість створювати REST API для передачі запитів з клієнтської частини та отримання відповідей у форматі JSON, що робить передачу даних між клієнтом і сервером швидкою та зручною. Асинхронні запити на основі `async/await` дозволяють одночасно виконувати кілька запитів до Coingecko API та MetaMask API, забезпечуючи стабільну роботу застосунку навіть при високих навантаженнях. Це особливо важливо у ситуаціях, коли багато користувачів одночасно запитують різні дані або здійснюють транзакції.

Структура застосунку передбачає використання REST API для стандартизованої взаємодії між клієнтською частиною (Frontend) та зовнішніми API (Coingecko та MetaMask). REST API дозволяє створити чітку та зрозумілу структуру запитів та відповідей, що спрощує обробку даних на клієнтській частині. Наприклад, для отримання поточного курсу криптовалюти застосунок посилає запит до REST API, яке передає його Coingecko API та повертає відповідь у форматі JSON. Це робить обмін даними зрозумілим та легким для підтримки, особливо коли застосунок розширюється або додаються нові функції, принцип його роботи показано на рисунку 2.4.

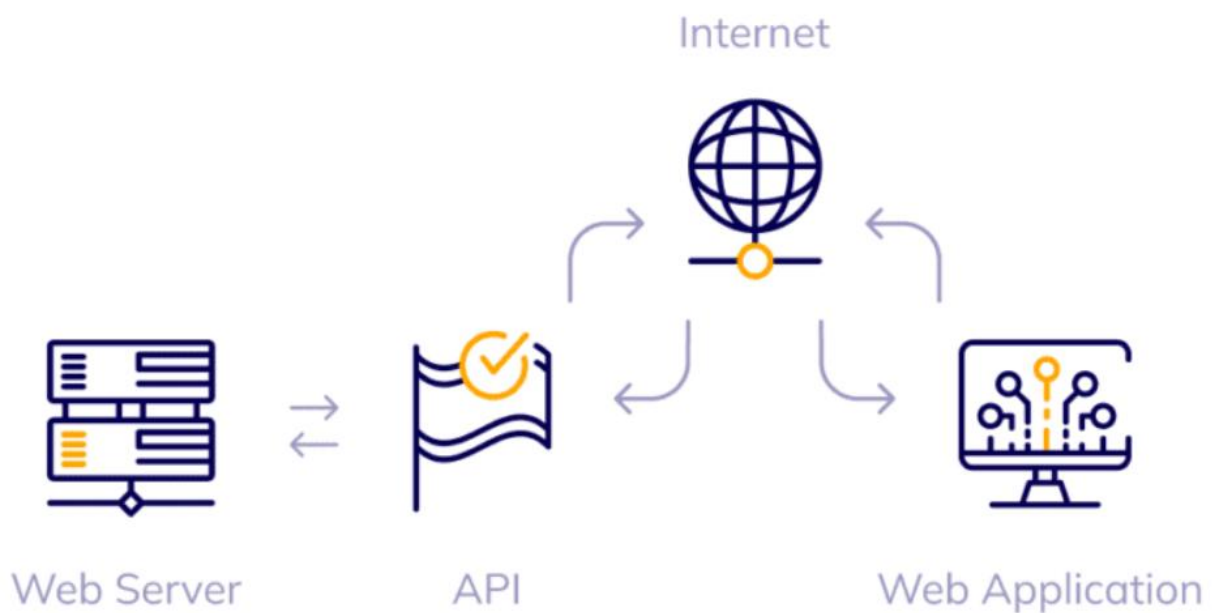


Рисунок 2.4 – Принцип роботи з API

Використання REST API також робить систему більш масштабованою: якщо в майбутньому до застосунку необхідно буде додати новий API або функціональність, це можна зробити без значних змін у загальній архітектурі. Наприклад, можна інтегрувати додаткові API для аналітики або додаткові інструменти управління портфелем, які також зможуть обмінюватися даними через REST API. Крім того, REST API забезпечує

високий рівень узгодженості в роботі застосунку, що дозволяє легко змінювати джерела даних або додавати нові сервіси, адаптуючись до змінних умов ринку криптовалют.

SOLID принципи архітектури, що використовуються при реалізації API, забезпечують стабільну та гнучку структуру коду. Кожен компонент API відповідає лише за одну задачу, що робить його легким для тестування та обслуговування. Наприклад, модуль для роботи з Coingecko API обробляє лише запити до цього джерела, тоді як модуль MetaMask API обробляє підключення гаманців та транзакції. Це дозволяє легко адаптувати код до змін, зберігаючи при цьому прозорість та зручність у підтримці застосунку. Дотримання принципів SOLID також знижує кількість залежностей між компонентами, що підвищує стабільність та надійність роботи системи в умовах реальних навантажень [25].

Таким чином, інтеграція з Coingecko API та MetaMask API дозволяє створити багатофункціональний застосунок, який надає користувачам необхідні дані про криптовалютний ринок та зручні інструменти для керування їхніми активами. Така архітектура дає змогу досягнути високого рівня надійності та ефективності, дозволяючи працювати з великими обсягами даних і забезпечувати актуальність інформації в реальному часі, що є критично важливим у криптовалютних операціях.

3 РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ РОБОТИ З КРИПТОВАЛЮТОЮ

3.1 Вибір інструментальних засобів для реалізації поставленої задачі

Для реалізації поставленої задачі було обрано сучасний набір інструментальних засобів, що забезпечують ефективну розробку як клієнтської, так і серверної частини застосунку. Завдяки ретельному підбору технологій, застосунок набуває стабільності, гнучкості та здатності до масштабування, що особливо важливо при роботі з динамічними даними, такими як дані про ринок криптовалют [26].

Усі етапи розробки як клієнтської, так і серверної частини застосунку були реалізовані в середовищі розробки Microsoft Visual Studio Code. Це популярний редактор коду, який пропонує зручний інтерфейс, безліч інтеграцій та розширень, що значно підвищують ефективність і комфорт у процесі написання коду. Використання Visual Studio Code дозволило розробникам швидко налаштувати оточення, інтегрувати засоби для управління версіями, працювати з різними форматами файлів і без затримок переходити між клієнтською і серверною частинами проекту. Крім того, Visual Studio Code забезпечує інтеграцію з системами контролю версій, такими як Git, що значно полегшило командну роботу та підтримку коду на кожному етапі розробки. Завдяки розширенням для роботи з TypeScript, Node.js, REST API, а також підтримці інструментів для налагодження, Visual Studio Code став основним інструментом для швидкої, організованої та ефективної розробки проекту.

У клієнтській частині було використано React – бібліотеку для створення користувацьких інтерфейсів на основі компонентного підходу, що дозволяє легко розділити UI на багато дрібних компонентів, які можна повторно використовувати в різних частинах програми. Це не лише спрощує розробку, але й дозволяє зберігати код у більш структурованому вигляді, що

полегшує його підтримку та тестування. Окрім основної бібліотеки React, було задіяно React Hooks – це набір інструментів, що дозволяють керувати станом компонентів та працювати з побічними ефектами, що є дуже корисним при створенні інтерактивних елементів у застосунку, таких як візуалізація даних чи оновлення курсу криптовалют у реальному часі.

Для побудови інтерфейсу було застосовано HTML та CSS, що забезпечують основну структуру та стилізацію компонентів. Застосування стандартних вебтехнологій дозволяє створювати адаптивний інтерфейс, який коректно відображається на різних пристроях і браузерах. Крім того, для пришвидшення розробки та забезпечення сучасного дизайну застосунку, було використано бібліотеку компонентів MUI (Material-UI), яка містить готові елементи інтерфейсу, стилізовані відповідно до принципів Material Design. Це дозволяє досягти професійного та уніфікованого вигляду інтерфейсу без необхідності розробляти стилі з нуля.

API Coingecko забезпечує застосунок актуальними даними про курси криптовалют. Інтеграція цього API дає змогу отримувати в реальному часі курси, ринкові капіталізації, об'єми торгів та інші фінансові показники для великої кількості криптовалют. Це дозволяє користувачам мати доступ до найсвіжішої інформації, що особливо важливо в контексті високої волатильності криптовалютного ринку. Дані від Coingecko API регулярно оновлюються, а завдяки використанню асинхронних запитів у React, їх можна легко інтегрувати в інтерфейс без затримок у роботі застосунку.

MetaMask API використовується для підключення криптогаманців користувачів, що дозволяє їм керувати своїми активами та здійснювати транзакції безпосередньо через застосунок. Ця інтеграція підвищує безпеку, оскільки всі операції підтверджуються користувачем у MetaMask. Таким чином, вебзастосунок надає користувачам змогу здійснювати транзакції та переглядати свій баланс у захищеному середовищі. Це особливо зручно для тих, хто активно використовує криптовалюту та хоче мати швидкий доступ до свого гаманця та фінансових інструментів, не виходячи з програми.

Для візуалізації даних, таких як зміни курсів криптовалют у часі, було обрано LiveCharts – бібліотеку, яка дозволяє створювати інтерактивні графіки. З її допомогою можна реалізувати відображення динамічних даних, що оновлюються в реальному часі, що робить застосунок більш інформативним і зручним для користувачів, які потребують оперативної інформації про зміну курсу криптовалют. Графіки, побудовані за допомогою LiveCharts, не тільки виглядають привабливо, але й забезпечують високу продуктивність навіть при великій кількості даних, що оновлюються часто.

На серверній частині було використано Node.js – платформу, що забезпечує швидку та ефективну обробку запитів. Node.js є чудовим вибором для серверної частини завдяки своїй подієво-орієнтованій архітектурі та здатності до обробки великої кількості запитів одночасно. Цей підхід забезпечує стабільну та швидку роботу сервера навіть при високих навантаженнях, що важливо для вебзастосунків, які обслуговують значну кількість користувачів одночасно. Завдяки Node.js можна швидко організувати обробку запитів до API Coingecko та MetaMask, що дозволяє створювати надійний бекенд для клієнтської частини.

REST API, реалізований за допомогою Node.js, забезпечує передачу даних між клієнтською та серверною частинами. Стандартизація запитів через REST API дозволяє легко масштабувати застосунок та підтримувати інтеграцію з іншими сервісами або API у майбутньому. Наприклад, за допомогою REST API можна надсилати запити на отримання даних про курс криптовалют або ініціювати запити на підключення до MetaMask для доступу до інформації про гаманці користувачів.

3.2 Етапи розробки вебзастосунку

Розробка вебзастосунку для роботи з криптовалютами – це багатоступеневий процес, що вимагає ретельного планування, аналізу

технологій і глибокого розуміння потреб користувачів, які цікавляться фінансовими ринками. Перший етап передбачає глибокий аналіз ринку криптовалют, зокрема огляд існуючих платформ і сучасних технологій, таких як API для отримання реальних даних про криптовалюту, безпечні методи аутентифікації, а також зручні інтерфейси для відображення складних даних. Такий підхід дозволяє визначити вимоги до застосунку та закласти фундамент для наступних етапів розробки [27].

На етапі проектування було визначено основні функції застосунку, спрямовані на задоволення потреб різних категорій користувачів – від новачків у криптовалютах до досвідчених інвесторів. Було вирішено, що сайт має забезпечити такі можливості, як відстеження цін у реальному часі, перегляд історичних графіків, порівняння криптовалют за ключовими показниками та здійснення конвертаційних операцій. Важливим аспектом цього етапу стало визначення структурної архітектури вебсайту, де окремі модулі, такі як дашборд для відстеження всіх криптовалют, сторінка вибору криптовалюти та розділ для порівняння криптовалют, спроектовані як незалежні компоненти для забезпечення гнучкості та масштабованості.

На етапі дизайну було зосереджено увагу на створенні інтуїтивно зрозумілого і функціонального інтерфейсу. Враховуючи, що користувачі будуть працювати з великою кількістю динамічної інформації, особливий акцент зроблено на доступності та зручності інтерфейсу. Ключовими елементами стали чітка навігація, можливість перемикання між темною і світлою темами, що полегшує роботу з сайтом у різний час доби, а також інтеграція візуалізацій у вигляді графіків для надання більш зрозумілого аналізу криптовалютних даних.

Основним компонентом на етапі розробки стало підключення до API CoinGecko для отримання актуальної інформації про курси криптовалют, ринкову капіталізацію, обсяги торгів тощо. Використання цього API дозволяє регулярно оновлювати дані і відображати актуальну інформацію в реальному часі на різних сторінках застосунку. Інтеграція API Metamask забезпечила

функцію підключення криптогаманця для того, щоб користувачі могли не тільки відстежувати курси, але й здійснювати обмін валют через зручний інтерфейс.

3.2.1 Підключення до CoinGecko API

Розробка підключення до CoinGecko API є фундаментальним етапом, який дозволяє інтегрувати в застосунок обробку динамічних даних про криптовалютний ринок. CoinGecko API надає великий обсяг інформації, включаючи ціни криптовалют, обсяги торгів, капіталізацію, зміну цін за різні періоди, рейтинги та інші показники. Доступ до такої інформації у реальному часі створює цінність для користувачів, які потребують оперативних даних для прийняття рішень.

API CoinGecko був обраний як джерело даних завдяки його зручному інтерфейсу, надійності, та безкоштовному доступу до основних криптовалютних даних. Це рішення також було зумовлене тим, що CoinGecko підтримує широкий спектр криптовалют, дозволяючи відобразити інформацію не тільки про найбільш популярні активи, але й про менш відомі монети та токени, що є важливим для створення застосунку з широкими можливостями. API також надає дані у форматі JSON, який легко обробляється у середовищах JavaScript і TypeScript, спрощуючи інтеграцію у застосунок.

Реалізація інтеграції з CoinGecko API включала створення запитів до декількох основних ендпоінтів. Наприклад, запити до основного ендпоінта, що повертає список всіх криптовалют із їх поточними цінами, були налаштовані так, щоб застосунок міг оперативно відобразити список криптовалют на головній сторінці або у конкретному розділі. Доступ до цього ендпоінта забезпечує швидкий та актуальний доступ до даних, які

використовуються на різних сторінках застосунку, включаючи Dashboard, Watchlist та інші.

Ще один важливий запит, реалізований через CoinGecko API, – це запит на отримання історичних даних про ціну окремої криптовалюти. Цей запит дозволяє застосунку показувати користувачу графіки змін цін за різні періоди часу, що є корисним інструментом для тих, хто хоче відстежувати тренди у вартості активів. Реалізація запиту включала передачу параметрів, таких як обрана криптовалюта, та діапазон дати для виводу історичних даних, що дозволяє користувачу вибирати різні інтервали, наприклад день, тиждень, місяць або рік.

Отримані дані з CoinGecko API підлягають ретельній обробці перед відображенням у застосунку. Це пов'язано з тим, що API повертає великий масив інформації, яка не завжди потрібна у конкретному інтерфейсі. Наприклад, під час запиту на отримання списку криптовалют та їх цін, застосунок витягує лише ключові параметри, такі як назва, символ, поточна ціна, зміни за 24 години та капіталізація. Ці параметри є основними для швидкого порівняння активів та створення списків, доступних для користувача у вигляді сітки або списку на сторінці Dashboard.

Для забезпечення швидкодії застосунку було важливо врахувати можливість оптимізації запитів до CoinGecko API. Оскільки застосунок може відправляти численні запити одночасно, було впроваджено механізм кешування відповідей API. Це дозволяє зменшити кількість запитів, зберігаючи дані, що рідко змінюються, у кеш-пам'яті на деякий період. Наприклад, дані про курс валют можуть оновлюватися кожні кілька хвилин, замість щосекундного надсилання запитів до API, що знижує навантаження на API CoinGecko та зменшує витрати на обробку запитів.

Для інтеграції з CoinGecko API було обрано бібліотеку Axios. Ця бібліотека надає простий і зрозумілий інтерфейс для створення HTTP-запитів, що полегшує роботу з API. Axios дозволяє налаштовувати заголовки запитів, обробляти помилки та реалізувати автоматичне повторне

відправлення запиту у випадку помилок мережі, що забезпечує стабільну роботу застосунку. Крім того, використання Axios спрощує перехід на інші API у майбутньому, оскільки його інтерфейс стандартизований та легко налаштовується.

Враховуючи, що CoinGecko API надає актуальні фінансові дані, захист та стабільність роботи із цим API є пріоритетними завданнями. Обробка помилок є важливим аспектом при взаємодії з API, оскільки помилки можуть виникати через нестабільний інтернет-зв'язок або технічні проблеми на стороні API. Кожен запит до CoinGecko API має обробку помилок, яка включає обробку статус-кодів і відображення повідомлень користувачу у випадку збою запиту. Наприклад, якщо API не доступний, користувач бачить повідомлення про проблему з отриманням даних, що дозволяє йому зрозуміти поточну ситуацію без зайвого дискомфорту.

3.2.2 Dashboard

Дешборд спроектовано як основний хаб для користувачів, де вони отримують загальну картину ринку криптовалют. Важливим аспектом при розробці сторінки було врахування зручності та швидкості взаємодії з інтерфейсом, а також забезпечення доступності даних для користувачів різних рівнів підготовки. Сторінка дешборду містить усі доступні криптовалюти, надаючи зручний перегляд у двох варіаціях: у вигляді списку та у вигляді сітки (grid). Список є зручним для швидкого огляду великої кількості даних, тоді як сітковий вигляд підходить для більш візуального представлення.

Для користувачів важливо мати можливість обрати зручний спосіб перегляду даних залежно від їхніх потреб. У списковому режимі кожна криптовалюта представлена у вигляді горизонтального рядка, що містить основну інформацію, включаючи її назву, поточну ціну, ринкову

капіталізацію та інші дані, надані CoinGecko API. Сітковий вигляд, у свою чергу, дозволяє представити активи у вигляді карток, що можуть включати додаткову візуальну інформацію, таку як графіки за останні 24 години. Такий підхід забезпечує більше візуального простору для кожного елемента та дозволяє легко побачити основні показники.

Щоб забезпечити ще більш зручний доступ до конкретних криптовалют, було реалізовано функцію пошуку, що дозволяє користувачам швидко знаходити потрібні активи за назвою. Пошук працює в режимі реального часу, тобто користувач бачить оновлений список результатів одразу при введенні символів, що економить час і робить навігацію більш інтуїтивною. Пошуковий рядок спроектований так, щоб легко інтегрувати його з іншими функціями сторінки, що дозволяє користувачам здійснювати пошук у будь-якому з обраних видів перегляду – чи то у вигляді списку, чи то сітки.

Одним із викликів під час розробки дашборду стало завантаження великої кількості даних у реальному часі. Для оптимізації цього процесу було запроваджено підхід із завантаженням даних у міру потреби, що дозволило уникнути затримок під час відображення основної сторінки. Коли користувачі відкривають дашборд, спочатку завантажуються лише перша частина даних, тоді як решта даних завантажуються поступово, що не тільки знижує навантаження на сервер, але й покращує загальну швидкість роботи сторінки.

CoinGecko API є основним джерелом для отримання даних, і для коректної роботи дашборду було реалізовано інтеграцію з цим API, яка забезпечує надійне і стабільне отримання інформації. CoinGecko надає оновлені дані про криптовалюту, такі як їхня ціна, обсяг торгів, ринкова капіталізація та інші важливі показники. На стороні клієнта ці дані обробляються та оптимізуються для швидкого відображення, що дозволяє користувачам отримувати найсвіжішу інформацію без зайвих затримок.

Додатково було реалізовано функції для оновлення даних на сторінці дашборду з певною періодичністю, щоб користувачі мали доступ до найактуальнішої інформації. Це досягається за рахунок періодичного звернення до API, при якому перевіряється наявність нових даних і автоматично оновлюються значення на сторінці.

Для створення комфортного користувацького досвіду було впроваджено темну та світлу тему, що дає можливість обирати оформлення залежно від уподобань користувача та умов освітлення. Це не лише додає гнучкості в налаштуваннях інтерфейсу, але й сприяє зниженню навантаження на зір під час роботи в темний час доби. Тема застосунку зберігається в локальному сховищі, що дозволяє зберегти вибір користувача та автоматично активувати обрану тему при наступному вході.

3.2.3 Watchlist

Інтерфейс сторінки Watchlist розроблений так, щоб забезпечити максимально зручну навігацію та швидкий доступ до важливої інформації. Кожна криптовалюта у Watchlist відображається в окремому рядку або картці, на яких користувач може побачити основні дані: поточну ціну, зміну ціни за останній 24-годинний період, ринкову капіталізацію, обсяг торгів та інші показники. Такий підхід до дизайну дозволяє отримати основну інформацію про активи з одного погляду, не заходячи на окрему сторінку кожного активу.

Щоб спростити взаємодію з Watchlist, для кожного активу передбачено простий механізм видалення: користувачі можуть швидко прибрати актив із Watchlist за допомогою одного кліку. Крім того, передбачено можливість налаштування порядку відображення активів у списку, що дозволяє користувачам організувати Watchlist залежно від власних пріоритетів. Наприклад, вони можуть розташувати активи за зростанням або спаданням

вартості, за змінами за день або іншими показниками, що допомагає швидко оцінити найактуальніші тенденції.

Щоб зробити процес додавання активів до Watchlist інтуїтивно зрозумілим, була впроваджена проста механіка додавання, доступна на всіх сторінках з інформацією про криптовалюту, зокрема на сторінці дашборду. При натисканні на іконку або кнопку «Додати до Watchlist», обраний актив зберігається у списку відстежуваних валют. Ця дія миттєво оновлює Watchlist і надає користувачеві можливість бачити зміни у реальному часі. Для запобігання випадковому дублюванню, система перевіряє, чи обраний актив уже є в списку, і якщо так, пропонує його не додавати повторно, а оновлює поточну інформацію для цього активу.

Ключовою перевагою сторінки Watchlist є її персоналізований підхід, адже кожен користувач може самостійно створювати і редагувати свій список моніторингу. Для зручності користувачів інформація про Watchlist зберігається в локальному сховищі браузера або на сервері для авторизованих користувачів, що дозволяє уникнути втрати даних при виході або закритті програми. Крім того, при повторному вході користувачі можуть відновити свій список, що дозволяє постійно мати доступ до актуальних даних без необхідності щоразу додавати криптовалюту до Watchlist знову.

Завдяки інтеграції з API CoinGecko забезпечується автоматичне оновлення інформації про всі активи, додані до Watchlist. Це означає, що користувачі можуть бачити зміну ціни, ринкової капіталізації, обсягу торгів тощо, що дає їм можливість реагувати на зміни на ринку миттєво. Оновлення даних відбувається з певною періодичністю, щоб забезпечити актуальність інформації, але водночас не перевантажувати систему надлишковими запитами. Таким чином, користувачі можуть постійно отримувати оновлення і контролювати ринкові тенденції у реальному часі, не втрачаючи жодних важливих змін.

Сторінка Watchlist є не просто засобом для збереження обраних криптовалют, а й надає користувачам інструмент для стратегічного аналізу та

планування інвестицій. Вона дозволяє відслідковувати динаміку обраних криптовалют, що особливо важливо для трейдерів і тих, хто займається активним управлінням своїми інвестиціями. Крім того, користувачі можуть оперативної отримувати інформацію про останні зміни на ринку, що сприяє кращій обізнаності та прийняттю більш обґрунтованих фінансових рішень.

3.2.4 Compare

Сторінка порівняння криптовалют була розроблена для забезпечення користувачів інструментом, який дозволяє швидко й ефективно оцінювати ключові показники двох обраних криптовалют. Це особливо важливо в умовах, коли на ринку є велика кількість цифрових активів, і користувачам потрібно приймати зважені рішення, ґрунтуючись на реальних даних. Функціонал порівняння дозволяє відображати базову інформацію, а також надає більш глибокий аналіз за допомогою графіків історії цін.

Основна концепція дизайну сторінки порівняння зосереджена на наочності та зручності використання. Відображення показників двох криптовалют відбувається паралельно, що дозволяє користувачам легко порівнювати інформацію, не переходячи між сторінками. Для кожної криптовалюти виводяться ключові параметри, зокрема поточна ціна, ринкова капіталізація, обсяг торгів, а також зміни в ціні за певний період. Цей підхід допомагає користувачам швидко оцінювати різницю в динаміці ринку та відстежувати потенціал обраних активів.

Щоб зробити процес порівняння інтуїтивно зрозумілим, було реалізовано простий інтерфейс для вибору криптовалют. Користувач може обирати активи з випадаючого списку, що дозволяє швидко знайти необхідну криптовалюту. Вибір активів також підтримує функцію автозаповнення, що економить час і забезпечує зручність для користувачів. Це дозволяє

порівняти навіть менш популярні криптовалюти так само легко, як і ті, що займають провідні позиції на ринку.

Основний контент сторінки порівняння включає наступні елементи:

– ціна: поточна ринкова ціна кожної з обраних криптовалют оновлюється в реальному часі, завдяки інтеграції з API CoinGecko. Це забезпечує актуальність інформації і дає змогу швидко оцінити, яка з обраних валют є дорожчою або дешевшою на даний момент;

– ринкова капіталізація: показник ринкової капіталізації дозволяє користувачам оцінити масштаб криптовалютного проекту, оскільки цей параметр враховує кількість монет в обігу та їхню поточну вартість. Порівнюючи капіталізацію, користувач може побачити, який актив є більш стабільним, а який може демонструвати високий рівень волатильності;

– обсяг торгів: обсяг торгів показує активність користувачів на ринку для конкретної криптовалюти. Високий обсяг торгів свідчить про значний інтерес до активу і може вказувати на високу ліквідність. Цей показник важливий для оцінки можливостей купівлі або продажу активу без значних коливань ціни;

– зміни ціни за день: відображення відсоткових змін ціни за останній день допомагає побачити динаміку активів. Для наочності дані можуть бути відображені у вигляді кольорових індикаторів (наприклад, зеленим для зростання і червоним для падіння), що дозволяє користувачам швидко оцінити короткострокові тенденції;

– графік змін ціни: інтерактивний графік дозволяє побачити динаміку ціни за різні періоди часу, наприклад, за день, тиждень, місяць або навіть рік. Це особливо корисно для тих, хто намагається аналізувати історичні дані або ідентифікувати тренди.

Однією з найважливіших частин сторінки є інтерактивний графік, який дає можливість користувачам наочно бачити зміну ціни двох криптовалют за вибраний період часу. Графік має різні режими відображення, включаючи лінійний та свічковий, що дозволяє детальніше вивчити динаміку і порівняти

зміни у ціні. Додавання опцій вибору періоду дозволяє користувачам зосереджуватися на певному часовому проміжку, будь то короткостроковий (наприклад, добовий) або довгостроковий (річний).

Основна цінність сторінки порівняння полягає в тому, що вона надає користувачам інструмент для проведення порівняльного аналізу, який може бути важливим при прийнятті інвестиційних рішень. Наявність на сторінці основних показників для двох криптовалют дозволяє користувачам швидко і зручно оцінити потенційні переваги та ризики кожного активу. Користувачі, які активно займаються інвестиціями, можуть використовувати сторінку як інструмент для підбору активів для свого портфеля на основі їхньої стабільності, динаміки ринку та потенціалу зростання.

3.2.5 Swap

Створення сторінки обміну надає користувачам можливість зручно і швидко обмінювати криптовалюту, орієнтуючись на реальні ринкові курси. Сторінка обміну є важливим компонентом для користувачів, які активно працюють з цифровими активами, надаючи їм простий і надійний спосіб обміну криптовалют без потреби звертатися до сторонніх сервісів. Розробка цієї сторінки вимагала не лише інтеграції з API для отримання актуальних ринкових даних, але й створення зручного та інтуїтивного інтерфейсу.

Основна функція сторінки обміну полягає в тому, щоб забезпечити користувачів точними даними для обміну криптовалют у реальному часі, що є важливим для успішного здійснення операцій. Основні функціональні можливості сторінки обміну включають:

- динамічне оновлення курсів криптовалют: курси для конвертації відображаються з мінімальною затримкою, що дозволяє користувачам приймати обґрунтовані рішення. Дані про курси регулярно оновлюються через API CoinGecko, забезпечуючи максимально актуальну інформацію;

– вибір криптовалют для обміну: користувачі можуть вибирати криптовалюту для конвертації з випадуючого списку, що містить усі доступні через API цифрові активи. Цей список включає поширені криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum, та інші популярні активи, дозволяючи обирати найбільш зручні варіанти для обміну;

– розрахунок кількості активів: введення суми в одному полі автоматично підраховує еквівалент в обраній криптовалюті в іншому полі. Це забезпечує користувачів прозорим розумінням вартості операції ще до її підтвердження.

Щоб гарантувати точність і актуальність курсів криптовалют, на сторінці обміну була реалізована інтеграція з API CoinGecko. Це дозволяє отримувати поточні ринкові курси валют і обсяги торгів у реальному часі. Для досягнення максимальної швидкості оновлення даних було налаштовано постійний зв'язок із API, що забезпечує миттєве оновлення інформації. Також передбачено механізм періодичного повторного запиту курсів для запобігання затримкам у відображенні даних через зміни ринку.

Для зручності користувачів було розроблено інтерфейс з акцентом на спрощення процесу обміну. Головний екран сторінки обміну містить два основних поля – вибір валюти для обміну та вибір валюти, яку користувач хоче отримати. Система дозволяє користувачеві ввести суму в одне з полів, після чого інше поле автоматично розраховує еквівалентну суму відповідно до поточного курсу. Такий підхід знижує ймовірність помилок і прискорює процес здійснення операцій.

Щоб зробити обмін більш захищеним, передбачено механізм підтвердження транзакцій. Користувачі, після введення всіх даних для обміну, можуть переглянути інформацію про операцію у вигляді попереднього перегляду, де відображається курс, який буде використаний для конвертації, і кінцева сума після обміну. Кнопка підтвердження транзакції дозволяє користувачеві здійснити операцію лише після перевірки всіх деталей, знижуючи ризик помилок.

Сторінка обміну підтримує інтеграцію з криптогаманцями, такими як MetaMask, що дає змогу користувачам здійснювати обмін безпосередньо зі свого гаманця. Це забезпечує додатковий рівень безпеки, оскільки всі операції відбуваються через захищене з'єднання, яке підтримує захист особистих даних користувача. Крім того, на сторінці реалізовані візуальні індикатори успішності обміну, які інформують користувачів про завершення операції та зарахування активів на їхній гаманець.

3.2.6 Підключення криптогаманця Metamask

MetaMask – це популярний браузерний гаманець, який дозволяє користувачам зберігати, управляти та обмінювати криптовалюти, а також взаємодіяти з децентралізованими застосунками (DApps) на основі блокчейну Ethereum. Інтеграція цієї платформи у вебзастосунок значно підвищує функціональність і зручність використання, дозволяючи користувачам безпосередньо здійснювати фінансові операції без необхідності виходу з застосунку.

Підключення до MetaMask дозволяє користувачам отримати доступ до своїх криптовалютних активів, спростити процес обміну та забезпечити додатковий рівень безпеки. Ось кілька ключових переваг, які надає інтеграція з MetaMask:

- прямий доступ до криптовалют: користувачі можуть безпосередньо підключити свої криптогаманці, що дозволяє їм швидко отримувати інформацію про свої активи і здійснювати транзакції без зайвих кроків;

- безпека та контроль: MetaMask є децентралізованим гаманцем, що дає користувачам повний контроль над своїми приватними ключами. Це значно підвищує рівень безпеки порівняно з централізованими біржами;

- зручність використання: інтеграція MetaMask у вебзастосунок робить процес авторизації простим і швидким, оскільки користувачі можуть входити в систему лише одним кліком, без потреби запам'ятовувати додаткові паролі;

- можливість участі у децентралізованих фінансах (DeFi): користувачі можуть отримувати доступ до різноманітних DeFi-протоколів, що дозволяє їм брати участь у кредитуванні, запозиченні та інших фінансових продуктах.

Для реалізації підключення до MetaMask у вебзастосунку було виконано кілька ключових кроків:

- встановлення MetaMask: перед тим як підключитися до MetaMask, користувач повинен встановити розширення у свій браузер. Це розширення забезпечує інтерфейс для управління криптовалютами та взаємодії з DApps;

- інтеграція Web3: для взаємодії з MetaMask у застосунку використовується бібліотека Web3.js. Ця бібліотека дозволяє спростити роботу з Ethereum-мережею, надаючи методи для виконання транзакцій, підписання повідомлень і взаємодії з смарт-контрактами;

- авторизація користувачів: коли користувач намагається підключити свій гаманець, застосунок запитує в MetaMask дозвіл на доступ до облікового запису. Користувачі отримують сповіщення з пропозицією підтвердити підключення, після чого їхній гаманець стає доступним для використання у застосунку;

- отримання інформації про активи: після успішного підключення застосунок може отримувати інформацію про баланс криптовалют на гаманці користувача. Це здійснюється через виклики методів бібліотеки Web3.js, які запитують дані про токени, що зберігаються в обліковому записі;

- виконання транзакцій: для проведення обміну криптовалют через застосунок користувачі можуть ініціювати транзакцію, яка буде підписана їхнім гаманцем. MetaMask запитує підтвердження транзакції, після чого виконується обмін. Це забезпечує додатковий рівень безпеки, оскільки всі операції потребують підтвердження користувача.

Однією з основних переваг використання MetaMask є безпека. Користувачі зберігають свої приватні ключі локально у браузері, а не на серверах, що значно знижує ризик втрати активів через злом або витік даних. Усі транзакції підписуються безпосередньо у MetaMask, що гарантує, що тільки власник гаманця може ініціювати операції.

Підключення до криптогаманця MetaMask значно покращило функціональність застосунку для роботи з криптовалютою. Користувачі отримали можливість легко управляти своїми активами, здійснювати обміни та брати участь у децентралізованих фінансових операціях без потреби виходити з платформи. Ця функція стала важливим компонентом для забезпечення зручності та безпеки у світі криптовалют, що, в свою чергу, стимулює більшу кількість користувачів приєднуватися до платформи. Підключення до MetaMask стало не лише технічним досягненням, а й важливим елементом, який підвищує довіру користувачів до застосунку та спрощує їхню взаємодію з цифровими активами [28-30].

3.3 Тестування роботи застосунку

На фінальному етапі розробки вебзастосунку для роботи з криптовалютою надзвичайно важливо провести повне тестування, щоб забезпечити його стабільність та функціональність перед запуском. Тестування – це критично важливий процес, який дозволяє виявити можливі недоліки та помилки, що можуть вплинути на досвід користувачів. Для досягнення максимального рівня якості, тестування було розділено на три ключові етапи:

– тестування функціональних можливостей: на першому етапі тестування здійснювалася перевірка всіх функцій застосунку під час їх розробки. Це включало в себе тестування кожної окремої функції, від підключення до CoinGecko API до можливості конвертації криптовалют

через сторінку обміну. Важливість цього етапу полягає у своєчасному виявленні та виправленні недоліків. Кожна функція, така як можливість додавання криптовалют до списку спостереження (Watchlist) або порівняння двох криптовалют, була протестована на предмет коректності роботи та відповідності вимогам технічного завдання;

– перевірка відповідності дизайну: наступним етапом стала ретельна перевірка дизайну вебзастосунку. Кожна сторінка була перевірена на відповідність естетичним та функціональним вимогам, встановленим під час проєктування. Дизайн є важливим елементом, адже він безпосередньо впливає на сприйняття користувачем та його бажання залишатися на платформі. Сторінки, такі як дашборд, сторінка Watchlist і сторінка порівняння, повинні були бути не лише функціональними, але й привабливими для користувачів, забезпечуючи зручність навігації та доступність інформації;

– остаточна перевірка функціональності: Завершальним етапом стало комплексне тестування всіх функцій застосунку після завершення розробки. Це включало перевірку всіх інтерактивних елементів, таких як кнопки, форми та графіки, щоб упевнитися, що вони працюють згідно з вимогами. Також проводилися тести на стабільність та швидкість завантаження сторінок, щоб впевнитися, що користувачі отримують безперебійну роботу застосунку. Важливою частиною цього етапу була перевірка інтеграції з MetaMask, що дозволяє користувачам підключати свої криптогаманці та здійснювати транзакції безпосередньо через застосунок.

Ці три етапи тестування є критично важливими для забезпечення якості та надійності вебзастосунку перед його запуском. Систематичний підхід до тестування дозволяє своєчасно виявити та виправити недоліки, що в свою чергу забезпечує ефективну роботу всіх функцій. Ретельна перевірка відповідності дизайну гарантує, що застосунок не лише працює правильно, але й є привабливим для користувачів. Остаточна перевірка функціональності є ключовим етапом, який дозволяє упевнитися, що

вебзастосунок готовий до роботи в реальних умовах і здатний забезпечити найвищий рівень задоволення користувачів.

Основна сторінка вебзастосунку, зображена на рисунку 3.1, виглядає однаково для всіх користувачів.

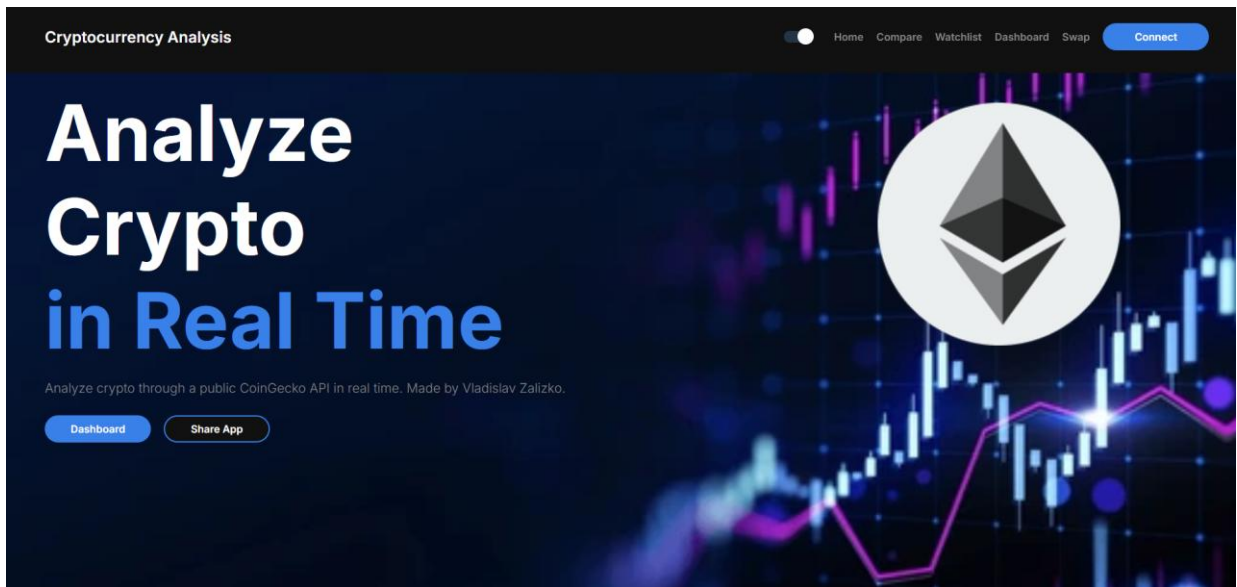


Рисунок 3.1 – Основна сторінка застосунку

На сторінці розміщено великий банер, який привертає увагу до основної мети сайту – зручного та швидкого доступу до актуальної інформації про криптовалюти в реальному часі. Банер підсилює інтерес користувачів до платформи і запрошує їх ознайомитися з основними функціями сайту. Поруч із банером розташовані ключові кнопки навігації: кнопка переходу до сторінки дашборду, що веде користувача до більш детальної інформації про криптовалюти, та кнопка «Поділитися», яка відкриває модальне вікно з варіантами для поширення вебсайту в соціальних мережах це дає можливість користувачам поділитися інформацію про проєкт, що в свою чергу збільшує кількість майбутніх зацікавлених споживачів продукту така звичайна річ може справді допомогти у розповсюдженні проєкту по всьому світу (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Модальне вікно після натискання на кнопку «Share App»

Наступною сторінкою є дашборд, де користувачі можуть бачити всі криптовалюти, які платформа відстежує, з основними параметрами кожної монети – її назвою, поточною ціною, ринковою капіталізацією, добовим обсягом торгів та відсотковою зміною ціни. Ці дані оновлюються регулярно, щоб забезпечити актуальність та точність інформації для користувачів.

Для зручності навігації дашборд надає можливість перемикатися між двома режимами відображення даних – Grid (сітка) та List (список):

– режим Grid організовує криптовалюти у вигляді карток, кожна з яких містить короткий огляд інформації про монету. Такий спосіб підходить для користувачів, які візуально сприймають інформацію і бажають бачити компактний огляд кількох криптовалют одночасно (рис. 3.3);

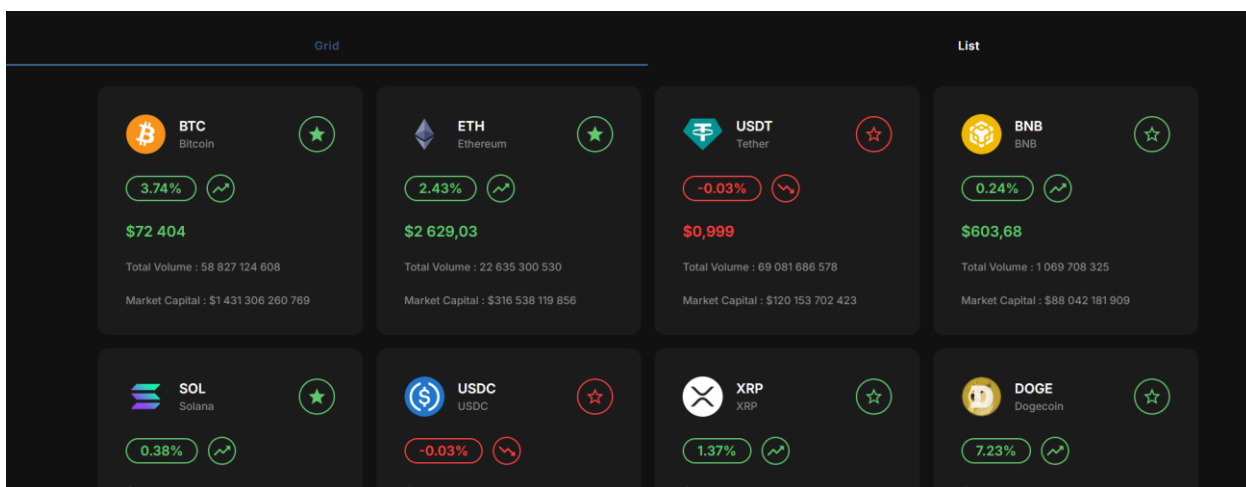


Рисунок 3.3 – Grid

– режим List організовує дані у вигляді рядків з таблицею, що відображає кожну криптовалюту разом з повним набором основної інформації. Цей варіант більше підходить для користувачів, які цінують детальнішу інформацію та віддають перевагу швидкому перегляду специфічних показників (рис. 3.4).

Symbol	Name	Change (%)	Price	Volume	Market Cap	Star
BTC	Bitcoin	3.74%	\$72,404	58,827,124,608	\$1,431,306,260,769	★
ETH	Ethereum	2.43%	\$2,629.03	22,635,300,530	\$316,538,119,856	★
USDT	Tether	-0.03%	\$0.999	69,081,686,578	\$120,153,702,423	☆
BNB	BNB	0.24%	\$603.68	1,069,708,325	\$88,042,181,909	★
SOL	Solana	0.38%	\$178.44	4,748,083,778	\$83,945,886,682	★

Рисунок 3.4 – List

Перемикання між режимами Grid та List виконується одним натисканням кнопки, що дозволяє користувачам обирати зручний спосіб перегляду залежно від потреб.

Щоб забезпечити швидкий доступ до конкретної криптовалюти, на сторінці дашборду реалізовано функцію пошуку за назвою. Користувачі можуть вводити назву чи символ монети, і система автоматично оновлює список, відображаючи лише релевантні результати. Ця функція особливо корисна для користувачів, які бажають швидко знайти інформацію про певний актив, не переглядаючи весь список. Такий метод зможе заощадити велику кількість часу, що в свою чергу допоможе користувачу отримати гарні емоції від користування платформою (рис. 3.5).

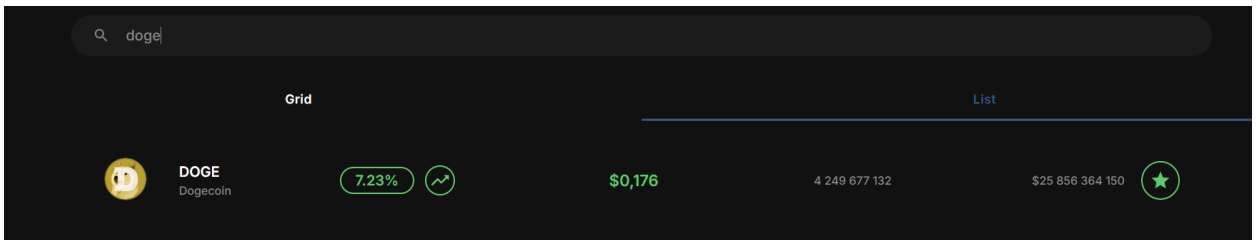


Рисунок 3.5 – Пошук криптовалюти за назвою

Дешборд також включає можливість налаштування теми для комфортного використання у різних умовах освітлення. Користувачі можуть перемикатися між світлою та темною темами, що дозволяє налаштувати інтерфейс під індивідуальні потреби:

- світла тема ідеально підходить для використання у добре освітлених умовах, коли важливо, щоб текст та інформація виглядали чітко (рис. 3.6);

- темна тема знижує навантаження на очі у темному середовищі, роблячи роботу зі застосунком більш комфортною у вечірній час або при низькому освітленні (рис. 3.7).

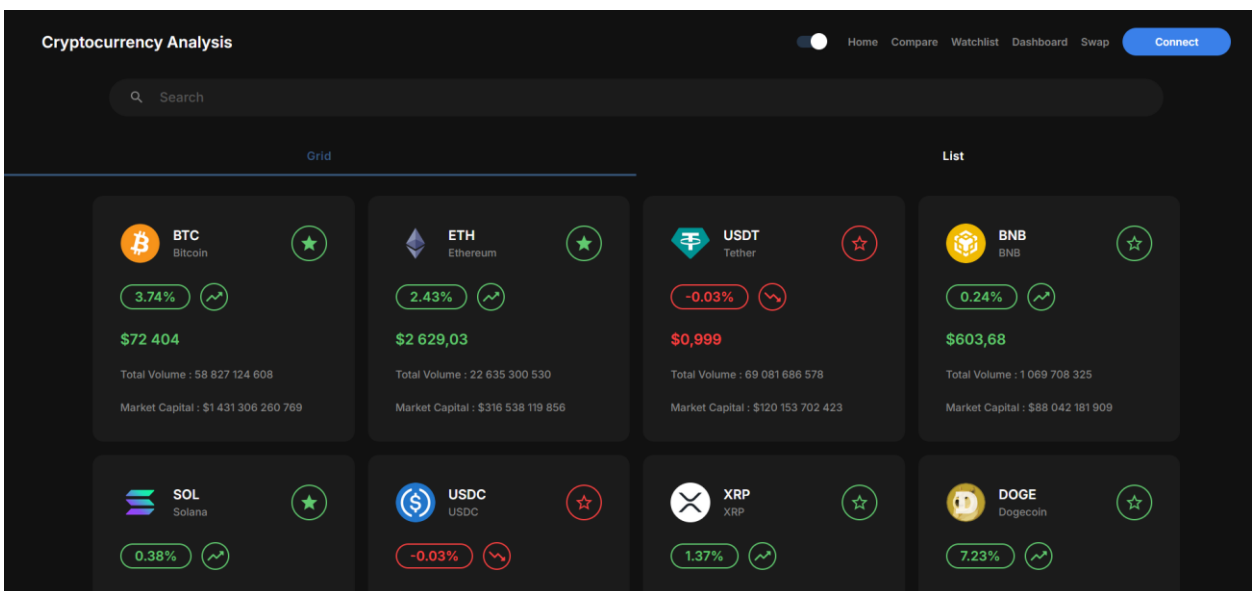


Рисунок 3.6 – Темна тема

На сторінці дешборду, при натисканні на будь-яку криптовалюту, користувач автоматично переходить на окрему сторінку з детальною інформацією про обраний актив.

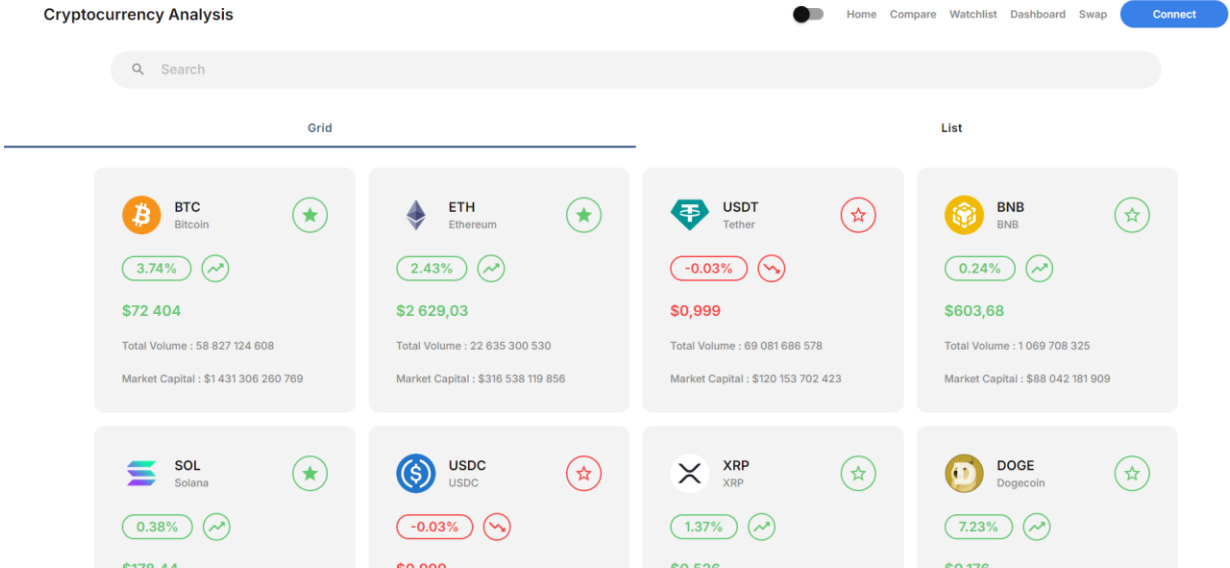


Рисунок 3.7 – Світла тема

Ця сторінка надає розширений огляд криптовалюти та містить аналітичні інструменти для детального аналізу цінових змін, ринкової капіталізації та обсягів торгів, що дозволяє користувачам глибше розуміти динаміку ринку (рис. 3.8).

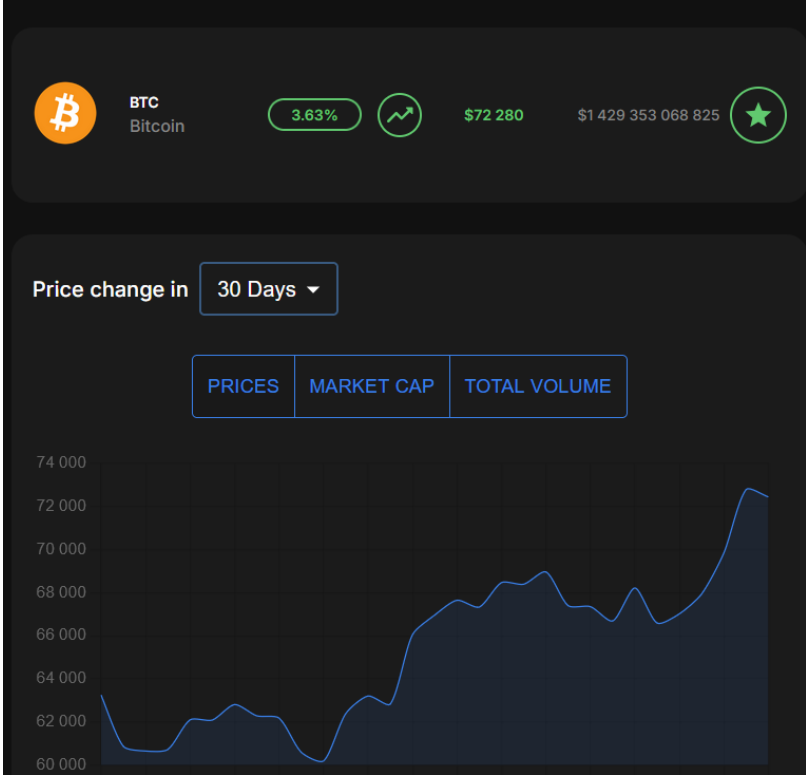


Рисунок 3.8 – Сторінка вибраної криптовалюти

Основним елементом сторінки є інтерактивний графік, який дає можливість аналізувати цінову історію криптовалюти за певний період. Користувачі можуть налаштовувати графік за кількома параметрами:

- період часу: користувачі можуть вибирати часовий інтервал (1 день, 7 днів, 1 місяць, 3 місяці, 6 місяців, 1 рік або за весь час існування криптовалюти). Це дозволяє детально відслідковувати як короткострокові, так і довгострокові цінові тенденції;

- показники: графік може бути налаштований для відображення різних показників – ціна, ринкова капіталізація, обсяг торгів.

Окрім графіка, сторінка містить детальну інформацію про криптовалюту, включаючи:

- оновлену ціну: поточна ціна криптовалюти в реальному часі;

- процентна зміна: показник приросту або падіння ціни за певний період;

- обсяги торгів: дані про щоденні обсяги торгів, які відображають активність ринку;

- рейтинг та ринкова позиція: поточне місце криптовалюти на ринку за капіталізацією, що допомагає оцінити її популярність та стабільність.

На сторінці детальної інформації користувач має можливість додати обрану криптовалюту до Watchlist. Ця функція дозволяє користувачам закріпити певні криптовалюти для зручного й швидкого доступу до їхніх цінових змін та ринкових показників у будь-який час. Додавши криптовалюту до Watchlist, користувач отримує персоналізований інструмент для відстеження лише тих активів, що його найбільше цікавлять, без потреби повторно шукати їх на сторінці дашборду, це зменшить кількість часу для повторного пошуку в разі швидкого реагування на коливання цін або інших торгівельних аспектів, наприклад в випадку різкої зміни економічного або світового фону (рис. 3.9).

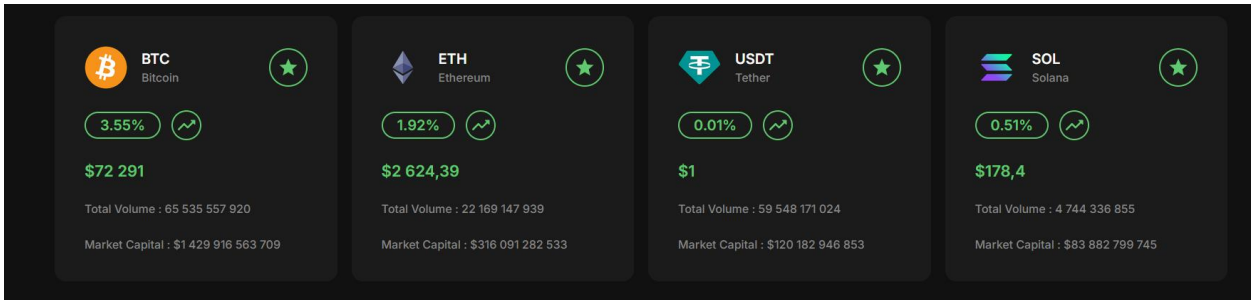


Рисунок 3.9 – Watchlist

Сторінка Compare надає користувачам можливість порівнювати два обрані криптовалютні активи, відображаючи ключову ринкову інформацію, що допоможе користувачам приймати обґрунтовані інвестиційні рішення (рис. 3.10 та 3.11).

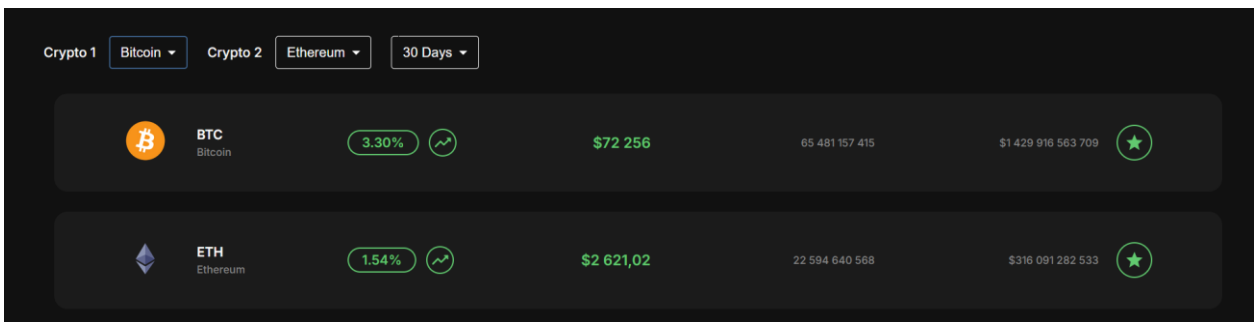


Рисунок 3.10 – Compare

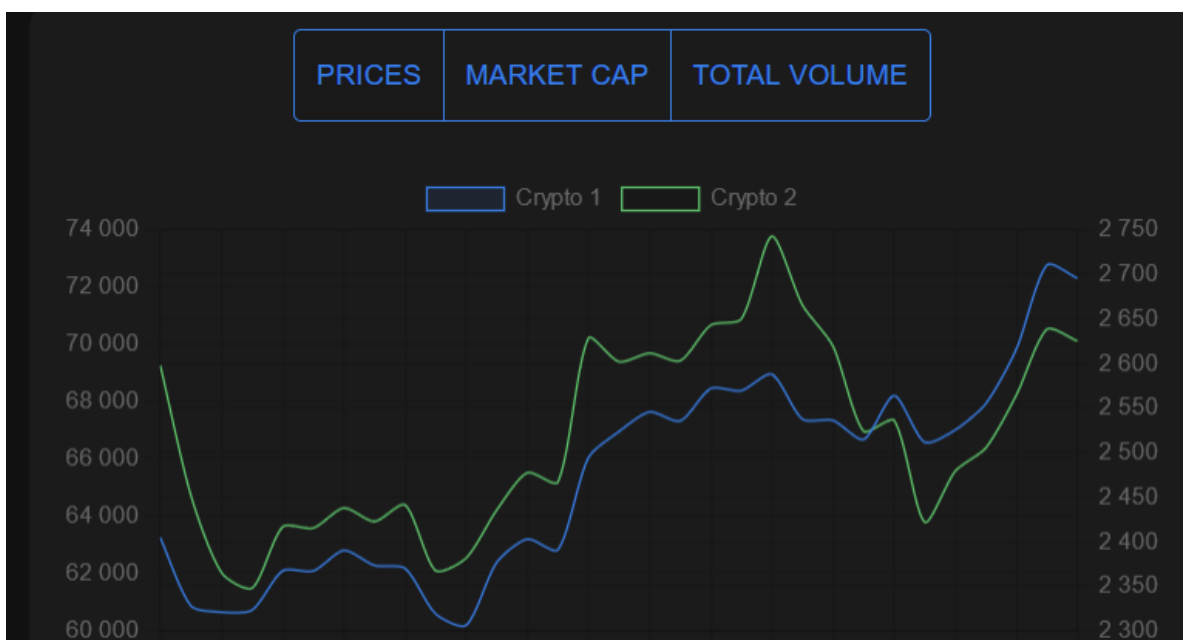
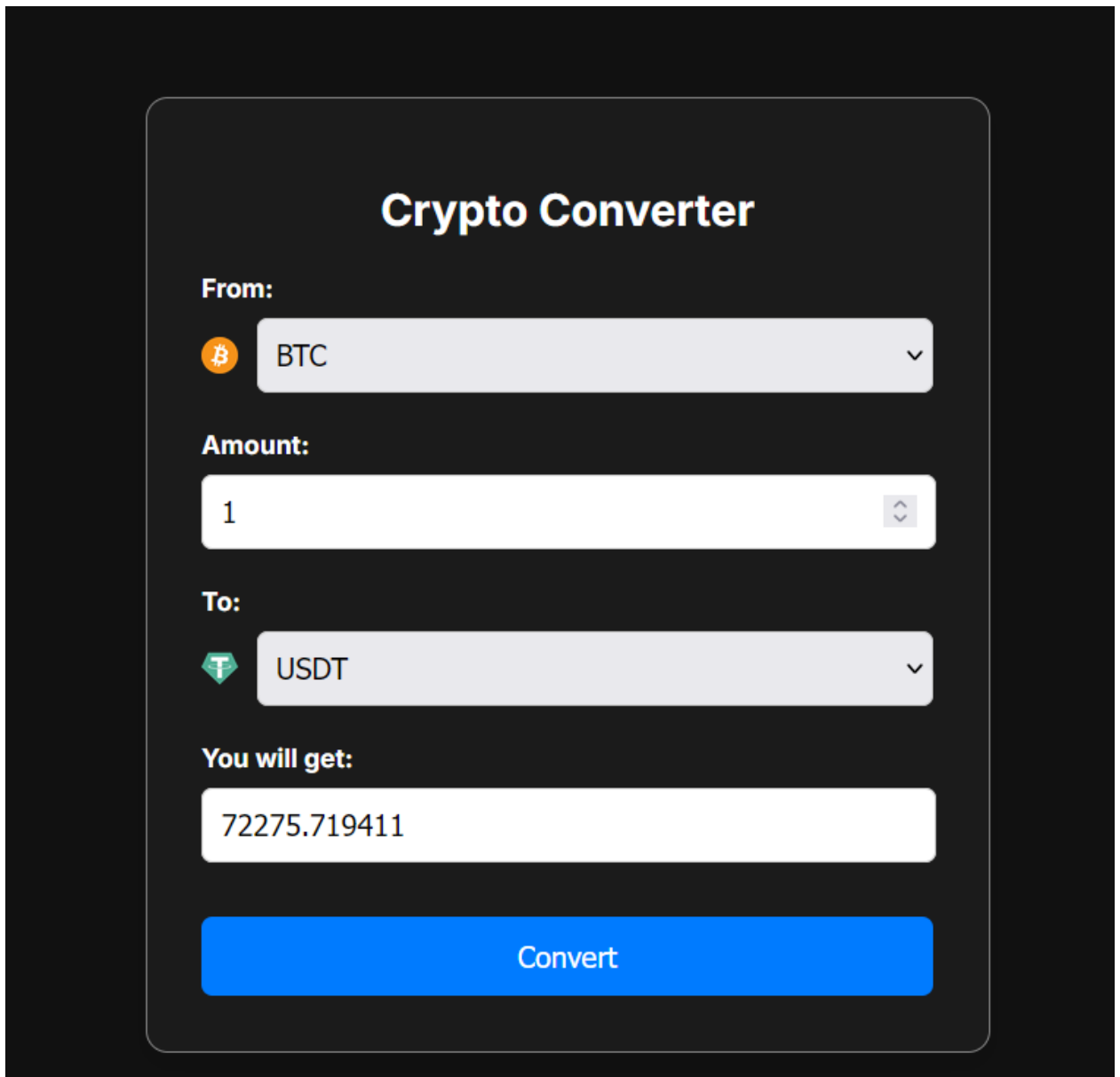


Рисунок 3.11 – Графік порівняння криптовалют

Сторінка Swap створена для максимально зручного обміну криптовалюти прямо на платформі, із забезпеченням актуальних ринкових цін у режимі реального часу. Вона дозволяє користувачам швидко та безпечно конвертувати одну криптовалюту в іншу, надаючи всю необхідну інформацію для прийняття рішень. Основними важливими аспектами інформації в цей момент є ціна та можливість зробити покупку або продаж, адже користувач повинен бути певен, що це не помилка в разі прийняття рішення і те що він справді може відправити транзакцію для отримання своєї криптовалюти через конвертацію активів (рис. 3.12).



The image shows a 'Crypto Converter' interface on a dark background. The title 'Crypto Converter' is centered at the top in white. Below it, the 'From:' section features a Bitcoin icon and a dropdown menu set to 'BTC'. The 'Amount:' section has a text input field containing the number '1'. The 'To:' section features a Tether icon and a dropdown menu set to 'USDT'. Below these fields, the text 'You will get:' is followed by a text box displaying the value '72275.719411'. At the bottom, there is a prominent blue button labeled 'Convert'.

Рисунок 3.12 – Swap

Функціонал сторінки Swap:

– вибір криптовалют для обміну: на сторінці користувачі можуть обрати криптовалюту, яку хочуть обміняти, та актив, який бажають отримати натомість. Вибір із доступних криптовалют виконується через випадаючі меню з підтримкою пошуку за назвою, що спрощує доступ до потрібного активу;

– ціни у реальному часі: поточні курси обраних криптовалют відображаються безпосередньо на сторінці та оновлюються в режимі реального часу завдяки підключенню до API, що дозволяє користувачам отримувати актуальну інформацію щодо обміну. Це дає змогу бачити реальні значення конвертації без необхідності перезавантаження сторінки, адже ринок буває дуже волатильним;

– підрахунок суми обміну: після введення суми для обміну у відповідному полі користувачі бачать автоматично підраховану суму активу, яку отримають після транзакції. Цей розрахунок враховує поточний ринковий курс, а також може передбачати показ актуальної комісії за обмін, якщо вона існує;

– зміна напрямку обміну: функція дозволяє швидко змінити напрямок обміну натисканням на кнопку, що обертає обрані криптовалюти місцями, спрощуючи процес для тих, хто хоче обміняти криптовалюту в зворотному напрямку. Ця функція є справді важливою для деяких користувачів, які торгують за деякими торговими стратегіями, або в дні з надзвичайною ситуацією або волатильністю ринку.

Після того, як користувач натискає на кнопку «Convert», з'являється модальне вікно підтвердження транзакції. Це вікно призначене для завершення обміну та інформує користувача про суму, яку буде обміняно, отриману кількість активу після конвертації та звичайно про успіх здійсненої операції (рис. 3.13).

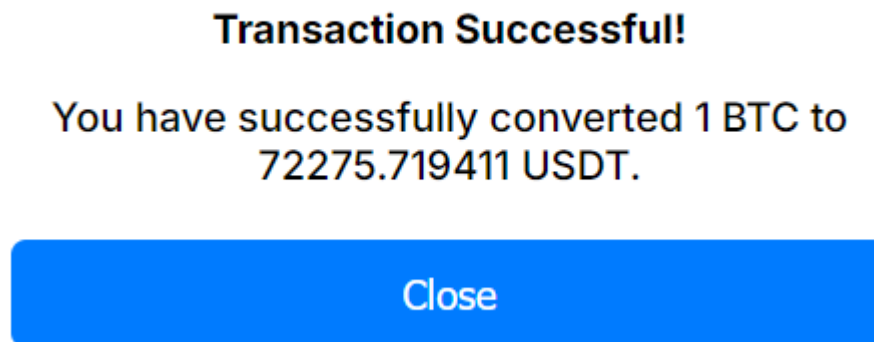


Рисунок 3.13 – Підтвердження конвертації

Підключення MetaMask до вебзастосунку забезпечує користувачам швидкий та безпечний спосіб авторизації, а також можливість здійснювати транзакції напряму зі свого криптогаманця.

Завдяки цьому, користувачі можуть інтегрувати власний гаманець із застосунком для зручного керування криптовалютами активами без необхідності переходу на інші сервіси.

Для підключення необхідно натиснути кнопку «Connect»: у верхній панелі (хедері) застосунку знаходиться кнопка «Connect», яка ініціює підключення MetaMask-гаманця до платформи. Ця кнопка чітко позначена, забезпечуючи користувачу зручний доступ до процесу підключення.

Після натискання на «Connect» автоматично відкривається вікно MetaMask. У цьому вікні користувач повинен здійснити вхід у свій гаманець.

Якщо користувач ще не є авторизованим, для доступу йому потрібно ввести локальний пароль, який захищає комп'ютер лише від інших людей, які можуть користуватися ним. Після цього потрібно підтвердити запит на підключення до платформи підписом транзакції. Це вікно MetaMask запитує користувача підтвердити дозвіл на підключення, що забезпечує захищений доступ до облікового запису (рис. 3.14).

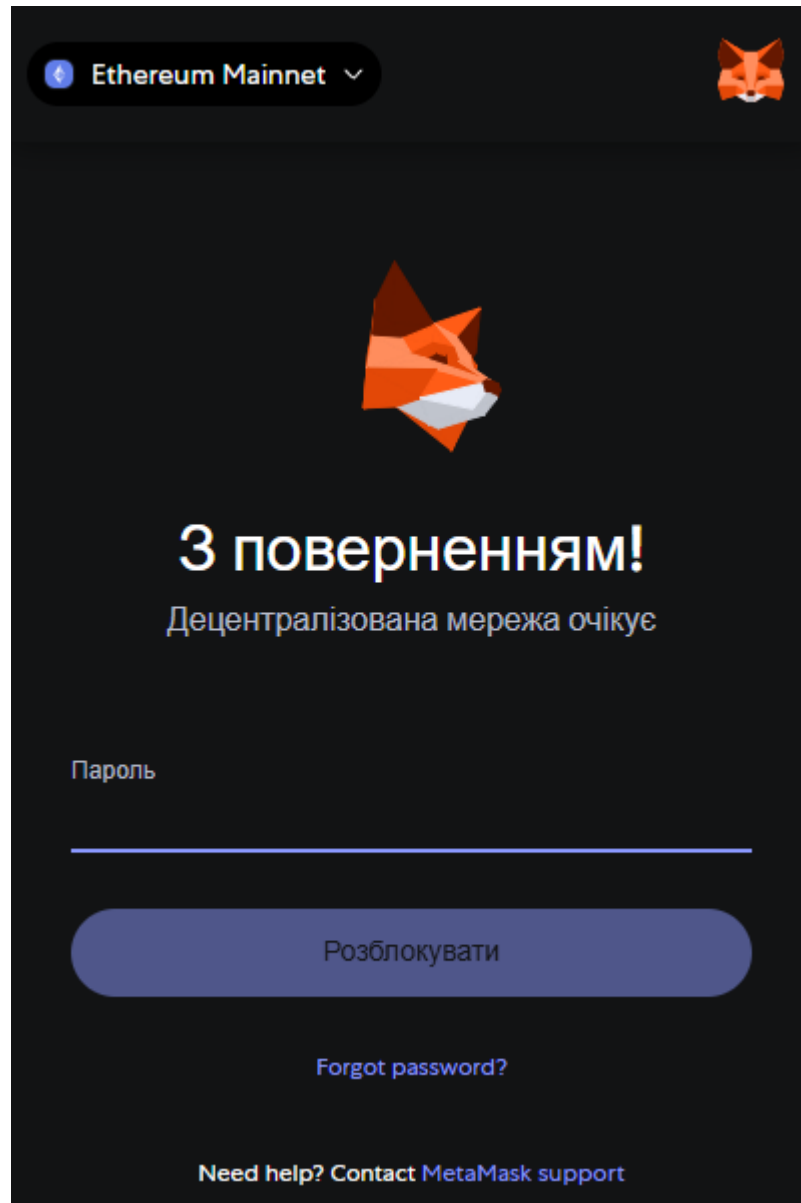


Рисунок 3.14 – Вікно Metamask

Після того, як користувач підтверджує підключення у MetaMask, на екрані застосунку з'являється модальне вікно з повідомленням про успішне підключення (рис. 3.15).

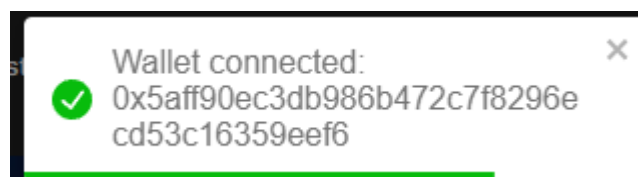


Рисунок 3.15 – Модальне вікно з повідомленням про успішне підключення

Після успішного підключення замість кнопки «Connect» у хедері відображається часткова адреса підключеного криптогаманця. Це дає користувачу візуальне підтвердження того, що гаманець підключено, і дозволяє швидко побачити, який саме гаманець активний (рис. 3.16).

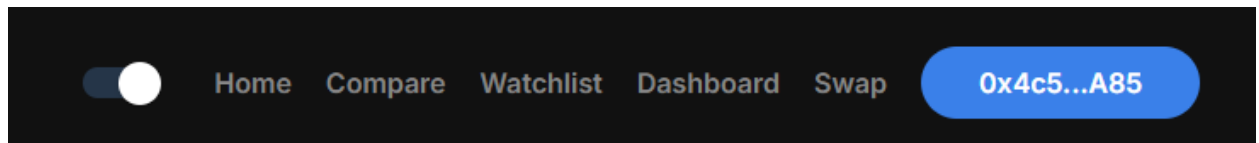


Рисунок 3.16 – Оновлений хедер з підключеним гаманцем

Після завершення перевірки всіх можливих сценаріїв роботи системи було підтверджено, що функціонал застосунку повністю відповідає технічним вимогам, а всі функції працюють коректно без виявлених дефектів. Висока якість тестування забезпечила надійність та стійкість застосунку, підтвердивши готовність до впровадження в експлуатацію.

Позитивні результати тестування стали основою для впевненості в успішній роботі застосунку в умовах реального користування. Відсутність дефектів свідчить про ретельність розробки та високий рівень відповідності специфікаціям і запитам користувачів.

Тепер, коли застосунок готовий до використання, наступними кроками є його впровадження та подальша підтримка. Важливою частиною експлуатації стане моніторинг функціонування системи, що дозволить оперативно виявляти й усувати будь-які потенційні проблеми або потреби в оновленнях. Регулярний моніторинг дасть змогу не лише підтримувати стабільну роботу застосунку, а й постійно покращувати його функціональність, що сприятиме підвищенню рівня задоволення користувачів та допоможе їм ефективніше досягати поставлених цілей.

3.4 Перспективи подальшої роботи

Розроблений вебзастосунок для роботи з криптовалютою надає користувачам інструменти для моніторингу ринку, перегляду детальної інформації про криптовалюти, порівняння різних активів, додавання їх у watchlist, підключення до гаманця MetaMask та виконання обмінних операцій. Цей функціонал забезпечує користувачам базові та розширені можливості для ефективної взаємодії з ринком криптовалют.

У подальших випусках застосунку планується включення наступних функцій:

- додати можливість налаштовувати сповіщення про зміни у ціні або обсягах торгів для активів у watchlist, що дозволить користувачам своєчасно реагувати на коливання ринку;

- запровадити додаткові графіки й індикатори (наприклад, RSI, MACD), що забезпечать користувачів глибоким технічним аналізом і допоможуть у прийнятті більш обґрунтованих рішень;

- створити функцію для визначення найкращих умов обміну серед кількох джерел, таких як децентралізовані біржі (DEX), і додати можливість автоматичного виконання обміну за встановленими параметрами;

- реалізувати платформу для спілкування користувачів, обміну досвідом, порадами та новинами про криптовалютний ринок. Це дозволить користувачам взаємодіяти безпосередньо в межах вебзастосунку;

- додати можливість зміни мови застосунку для залучення користувачів з різних країн, забезпечивши багатомовний інтерфейс.

ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи був розроблений і реалізований вебзастосунок для роботи з криптовалютою.

Під час виконання цієї роботи було проаналізовано безліч існуючих платформ для торгівлі криптовалютами, що дозволило детально вивчити їх функціональність та користувацький досвід. На основі цього аналізу було створено сучасний вебзастосунок, спрямований на забезпечення зручності та доступності для користувачів, а також виконано такі завдання:

- головна сторінка містить всю необхідну інформацію для користувачів;
- дашборд надає змогу переглядати всі доступні криптовалюти з можливістю пошуку, зміни вигляду списку на сітку та перемикання між світлою та темною темами інтерфейсу;
- сторінка порівняння дозволяє користувачам вибирати дві криптовалюти для детального аналізу, включаючи їх цінні графіки, капіталізацію та обсяги торгів;
- функціонал обміну забезпечує можливість конвертації однієї криптовалюти в іншу за актуальними цінами в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на зміни ринку;
- підключення до криптогаманця MetaMask дозволяє користувачам виконувати транзакції безпосередньо з їхніх гаманців, що підвищує зручність і безпеку фінансових операцій.

У процесі роботи, завдяки використанню технологій React і Node.js, було створено зручний, швидкий та легко масштабований інтерфейс користувача, а також ефективну обробку даних на серверній стороні. Використання сучасних фреймворків і технологій забезпечило високу продуктивність застосунку та надійний захист даних користувачів, що є критично важливим у сфері криптовалют.

Результати роботи апробовано у вигляді тези доповіді під час Міжнародного форуму «РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ У ХХІ СТОЛІТТІ» [31].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата звернення 20.04.2025).
2. Buterin, V. (2014). Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. URL: <https://ethereum.org/whitepaper> (дата звернення 20.04.2025).
3. Antonopoulos, A. M. (2017). Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies, 2nd Edition. O'Reilly Media.
4. Wood, G. (2014). Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger. URL: <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf> (дата звернення 20.04.2025).
5. Ali, M., Nelson, J., Shea, R., & Freedman, M. J. (2016). Blockstack: A Global Naming and Storage System Secured by Blockchains. Proceedings of the 2016 Annual Technical Conference on USENIX.
6. Turing, A. (1937). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. Proceedings of the London Mathematical Society, 42(2), 230-265.
7. Szabo, N. (1996). Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. URL: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html (дата звернення 20.04.2025).
8. Mougayar, W. (2016). The Business Blockchain: Promise, Practice, and the Application of the Next Internet Technology. Wiley.
9. Erl, T., Puttini, R., & Mahmood, Z. (2013). Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture. Prentice Hall.
10. Jeffries, D. (2022). Web3 for Dummies: An Introduction to Blockchain and Decentralized Applications. Web3 Journal, 2(4), 199-218.
11. Muneeb, A., & Shea, R. (2016). Decentralized DNS: The Future of Secure Web Domains. Blockchain Research Journal, 3(5), 301-317.

12. Singh, K., & Patel, M. (2021). Decentralized Finance: A Comprehensive Guide. *Journal of Financial Innovation*, 5(11), 315-332.
13. Nakamura, H. (2020). Solidity Programming Essentials: Mastering Smart Contracts. *Programming Journal*, 12(7), 102-119.
14. Shostak, R., & Lamport, L. (1982). Byzantine Fault Tolerance in Distributed Systems. *Journal of Computer Science and Technology*, 17(4), 285-300.
15. Wood, G., & Buterin, V. (2022). Ethereum 2.0: Advancements in Scalability and Consensus. URL: <https://ethereum.org/eth2> (дата звернення 20.04.2025).
16. Friedenbach, M., & Schoen, D. (2019). MimbleWimble: Privacy-Oriented Blockchain Protocols. *Cryptocurrency Research*, 10(1), 53-67.
17. Gupta, S., & Rai, P. (2021). Solidity and Ethereum: From Smart Contracts to dApp Development. *Blockchain Journal*, 3(3), 190-208.
18. Schwartz, D., Youngs, N., & Britto, A. (2014). The Ripple Protocol Consensus Algorithm. URL: <https://ripple.com/whitepaper> (дата звернення 20.04.2025).
19. Hardin, D., & Patel, R. (2023). Understanding Interoperability in Cross-Chain Networks. *International Journal of Blockchain Technology*, 12(2), 114-129.
20. Lewis, P., & Desai, N. (2019). Decentralized Autonomous Organizations: Governance in the Age of Blockchain. *Governance Journal*, 8(5), 411-427.
21. Clark, J., & Sameshima, H. (2020). Blockchain Scalability: An Analysis of Layer 2 Solutions. *Computer Science Research Journal*, 7(9), 45-63.
22. Tanaka, Y., & Lee, J. (2021). IPFS and Decentralized Storage: Revolutionizing the Internet. *Technology Quarterly*, 15(4), 355-370.
23. Matsumoto, T., & Nguyen, T. (2022). Zero-Knowledge Proofs in Blockchain Security. *Journal of Cryptography*, 6(6), 299-314.

24. Gervais, A., Karame, G. O., & Capkun, S. (2014). Security and Performance of Proof of Work and Alternative Consensus Protocols. *Security and Privacy in Blockchain*, 4(10), 80-96.

25. Buterin, V., & Griffith, V. (2019). Ethereum Sharding and Scaling: A Guide to Ethereum 2.0. *Blockchain Technology Review*, 6(3), 78-90.

26. Mashtalir, S. V., Stolbovoi, M. I., & Yakovlev, S. V. (2019). Hybrid Approach to Clustering Various Lengths Video. *Journal of Automation and Information Sciences*, 50(3), 26-30.

27. Gupta, S., & Sharma, R. (2021). React Reimagined: Revolutionizing Web Application Development. *Journal of Web Engineering*, 8(2), 111-122.

28. Mashtalir, S. V., & Mashtalir, V. P. (2020). *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data*: Springer International Publishing. Spatio-temporal video segmentation, 161-209.

29. Mashtalir, S. V., & Nikolenko, O. V. (2023). *Applied Aspects Of Information Technology*. Data preprocessing functions tokenization techniques for technical Ukrainian texts, 6(3), 318-326.

30. Bodyanskiy, Y. V., Tyshchenko, O. K. & Mashtalir, S. V. (2019). *International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing*: Springer International Publishing. Fuzzy clustering high-dimensional data using information weighting, 385-395.

31. Залізко В.Я. (2025) Інтеграція криптогаманця Metamask для проведення WEB3 транзакцій. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті: тези доповідей 29-го Міжнародного молодіжного форуму (Харків, 16-18 квітня 2025 р.)*. Харків: ХНУРЕ, 2025. Т. 7. С. 46-48.