

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет
імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри інтелектуальних
інформаційних систем, д-р техн. наук, проф.
_____ Ю. П. Кондратенко
«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ
РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

122 – КРБ – 401.22010307

Виконав студент 4-го курсу, групи 401
_____ *П. Д. Зачиняєв*
«_18_» червня 2024 р.

Керівник: канд. пед. наук, доцент
_____ *Н. М. Болюбаш*
«_18_» червня 2024 р.

Миколаїв – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва)
Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інтелектуальних
інформаційних систем, д-р. техн. наук, проф.
_____ Ю. П. Кондратенко
«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання кваліфікаційної роботи

Видано студенту групи 401 факультету комп'ютерних наук Зачиняєву Павлу Дмитровичу.

1. Тема кваліфікаційної роботи «Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют».

Керівник роботи Болюбаш Надія Миколаївна, канд. пед. наук, доцент.

Затв. наказом Ректора ЧНУ ім. Петра Могили від «28» грудня 2024 р. № 271

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи студентом «18» червня 2024 р.

3. Вхідні (початкові) дані до роботи: предметна сфера криптовалютних ринків, методи та моделі для аналізу та прогнозування їхніх тенденцій, а також набір даних з курсом криптовалют.

Очікуваний результат: система аналізу тенденцій на ринку криптовалют.

4. Перелік питань, що підлягають розробці (зміст пояснювальної записки):

– здійснення аналізу предметної сфери ринку криптовалют та дослідження теоретичних засад виявлення тенденцій і прогнозування руху цін;

– обґрунтування вибору технологій і інструментальних засобів розробки системи аналізу та виявлення тенденцій ринку криптовалют;

– розробка, здійснення програмної реалізації системи аналізу тенденцій ринку криптовалют та дослідження якості прогностичної моделі.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація, рисунки, таблиці.

6. Завдання до спеціальної частини: Охорона праці ІТ-фахівців при роботі з екранними пристроями.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис
Спеціальна частина з охорони праці	Алексєєва А. О., доцент кафедри екології	

Керівник роботи канд. пед. наук, доцент Болубаш Н. М.
(наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Завдання прийнято до виконання Зачиняєв П. Д.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Дата видачі завдання « 14 » січня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН виконання кваліфікаційної роботи

Тема: Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1	Визначення керівника і теми КРБ. Подання заяви на затвердження теми КРБ	10.11.2023	15.11.2023	Виконано
2	Отримання завдання на виконання КРБ	10.01.2024	15.01.2024	Виконано
3	Складання календарного плану	16.01.2024	29.01.2024	Виконано
4	Огляд літератури за темою дослідження. Аналіз предметної сфери ринку криптовалют, дослідження підходів до виявлення тенденцій на ринку криптовалют, методів та індикаторів технічного аналізу	30.01.2024	17.02.2024	Виконано
5	Вибір технологій та інструментальних засобів розробки системи	18.02.2024	29.02.2024	Виконано
6	Створення дизайну, проектування та програмна реалізація, тестування	1.03.2024	15.04.2024	Виконано
7	Робота над розділами фахової частини КРБ	16.04.2024	31.04.2024	Виконано
8	Проходження переддипломної практики, збір та аналіз матеріалів, остаточне оформлення розділів фахової частини КРБ	29.04.2024	12.05.2024	Виконано
9	Розробка спеціальної частини з охорони праці	13.05.2024	25.05.2024	Виконано
10	Обговорення отриманих результатів з керівником та попередній захист КРБ	27.05.2024	29.05.2024	Виконано
11	Корегування роботи за результатами попереднього захисту	30.05.2024	6.06.2024	Виконано
12	Другий попередній захист КРБ	10.06.2024	10.06.2024	Виконано
12	Остаточне оформлення пояснювальної записки та слайдів доповіді до захисту	11.06.2024	12.06.2024	Виконано
13	Подання рецензенту та рецензування КРБ	13.06.2024	13.06.2024	Виконано
14	Подання КРБ, її електронної копії та інших документів (відгуку, рецензії) до захисту	17.06.2024	21.06.2024	Виконано
15	Захист КРБ перед ЕК	25.06.2024	25.06.2024	Виконано

Розробив студент Зачиняєв П. Д.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник канд. пед. наук, доцент Болюбаш Н. М.

(наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

« 29 » 01 2024 р.

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи студента групи 401 ЧНУ ім. Петра Могили

Зачиняєва Павла Дмитровича

Тема: «Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют»

Дана кваліфікаційна робота спрямована на розробку та здійснення програмної реалізації системи аналізу тенденцій ринку криптовалют. Що є актуальним в умовах динамічної трансформації криптовалютної індустрії, яка супроводжується значними коливаннями обмінного курсу, оскільки аналіз поточних цінових та ринкових тенденцій дозволяє отримати прогнози, які є критично важливими для успішної інвестиційної стратегії.

Об'єкт роботи – процес аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Предмет роботи – програмні засоби та інтелектуальні методи аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Мета роботи – підвищення ефективності планування інвестицій на ринках криптовалют шляхом розробки системи виявлення тенденцій із вбудованими методами технічного аналізу криптовалютних ринків.

Структура кваліфікаційної роботи включає фахову та спеціальну частину з охорони праці. Фахова частина включає вступ, три розділи, висновки та додатки. У першому розділі розкрито теоретичні аспекти аналізу ринку криптовалют. У другому розділі обґрунтовано вибір технологій і засобів розробки системи. У третьому розділі описано проектування та програмна реалізації інтелектуальної системи аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Кваліфікаційна робота містить 99 сторінок (без додатків), 60 рисунків, 2 таблиць, 36 джерел та 5 додатків.

Ключові слова: криптовалюти, тенденції цін на криптовалюту, індекси криптовалют, технічний аналіз, індикатори технічного аналізу.

ABSTRACT

**To the qualification work of a student of 401 group at
Petro Mohyla Black Sea National University**

Zachyniaieva Pavla

Theme: «Intelligent system for analyzing cryptocurrency market trends»

This bachelor's qualification work is aimed at the development and implementation of the software implementation of the cryptocurrency market trend analysis system. What is relevant in the conditions of the dynamic transformation of the cryptocurrency industry, which is accompanied by significant fluctuations in the exchange rate, because the analysis of current price and market trends allows you to obtain forecasts that are critically important for a successful investment strategy.

Object of work – the process of analyzing cryptocurrency market trends.

Subject of work – software and intelligent methods of analyzing cryptocurrency market trends.

The purpose of this work is to improving the quality of investment planning in cryptocurrency markets by developing a trend detection system with built-in methods of technical analysis of cryptocurrency markets.

The structure of the bachelor's work includes a professional and special part on labor protection. The professional part includes an introduction, three chapters, conclusions and appendices. In the first chapter, the theoretical aspects of the cryptocurrency market analysis are revealed. In the second section, the choice of technologies and means of system development is substantiated. The third chapter describes the design and software implementation of an intelligent system for analyzing cryptocurrency market trends.

The qualification work contains 99 pages (without appendices), 60 figures, 2 tables, 36 sources and 5 appendices.

Keywords: cryptocurrencies, cryptocurrency price trends, cryptocurrency indices, technical analysis, technical analysis indicators.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ	7
1.1 Предметна сфера ринку криптовалют	7
1.2 Індекси криптовалют як індикатори динаміки цифрових активів.....	13
1.3 Основні підходи до аналізу ринку криптовалют	16
1.4 Індикатори для виявлення трендів ринку	19
1.5 Графічні моделі у аналізі криптовалют	28
1.6 Огляд платформ для технічного аналізу криптовалют	34
1.7 Постановка задачі.....	35
Висновки до розділу 1	36
2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ	39
2.1 Середовище розробки Visual Studio Code	39
2.2 Моніторингові сервіси для відстеження індексів криптовалют	40
2.3 Мова програмування Python	43
2.4 Streamlit – фреймворк для Python.....	46
2.5 Бібліотеки для роботи з даними криптовалютних бірж.....	47
2.6 Побудова прогнозної моделі на основі бібліотеки Prophet	49
2.7 API для отримання даних	52
Висновки до розділу 2	54
3 ПРОЄКТУВАННЯ І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ	56
3.1 Основні етапи створення системи аналізу криптовалютного ринку.....	56
3.2 Програмна розробка системи.....	59
3.3 Збірка проєкту	71
3.4 Інтерфейс системи. Аналіз тенденцій та прогнозування цін.....	73
Висновки до розділу 3	91

ВИСНОВКИ.....	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	96
ДОДАТОК А Головна сторінка “Home”.....	100
ДОДАТОК Б Сторінка “Details”	102
ДОДАТОК В Сторінка “Index”	105
ДОДАТОК Г Сторінка “Analysis” (Головні функції).....	107
ДОДАТОК Д Сторінка “Prediction”	108

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ТА – Технічний аналіз

ФА – Фундаментальний аналіз

AMCI – Altcoin Market Cap Index

API – Application Programming Interface

BB – Bollinger Bands

BDI – Bitcoin Dominance Index

CFGFI – Crypto Fear and Greed Index

EMA – Exponential Moving Average

MA – Moving Average

MACD – Moving Average Convergence Divergence

MAE – Mean Absolute Error

MAPE – Mean Absolute Percentage Error

MSE – Mean Squared Error

RSI – Relative Strength Index

SMA – Simple Moving Average

TCMC – Total Cryptocurrency Market Cap

ВСТУП

Актуальність. Ринок цифрових валют як інноваційна складова стрімкими темпами впроваджується у світову економіку. Однак інвестиції у криптовалюти є досить ризиковими, що обумовлено високими коливаннями обмінного курсу та відсутністю правового регулювання транзакцій у більшості країн. Перспективним напрямком підвищення ефективності планування інвестицій є застосування автоматизованих систем аналізу тенденцій криптовалютних ринків та прогнозування цін на криптовалюту за допомогою методів технічного аналізу.

Тенденції ринку криптовалют вивчають за допомогою індексів криптовалют, які дозволяють виявляти динаміку цифрових активів, визначати високоволатильні та стабільні періоди. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування та торгівлі криптовалютами, проводити порівняльний аналіз між різними цифровими активами. Проте індекси можуть не враховувати нові тенденції, схильні до маніпуляцій та штучного збільшення обсягів торгів на певних біржах. З метою більш ефективного виявлення тенденцій доцільно застосовувати технічний аналіз.

Технічний аналіз включає методи дослідження, які базуються на аналізі історичних цінових даних торгів – часових рядів, для побудови прогнозу майбутнього руху ціни. Ринок криптовалют має свою специфіку та передбачає виявлення закономірностей цінової поведінки шляхом графічного аналізу для виявлення патернів та графічних фігур, які визначають стратегію поведінки на ринку. Для виявлення тенденцій ринку та руху цін використовують алгоритми, реалізовані у індикаторах технічного аналізу, які розраховують на основі статистичних підходів та математичних формул. Однак виявлення можливостей використання різних індикаторів технічного аналізу для дослідження і прогнозування криптовалютного ринку не є дослідженим у повній мірі.

Це обумовило **мету роботи**, яка полягає у підвищенні ефективності планування інвестицій на ринках криптовалют шляхом розробки системи

виявлення тенденцій із вбудованими методами технічного аналізу криптовалютних ринків.

Відповідно до поставленої мети було сформульовано **завдання**:

- здійснити аналіз предметної сфери ринку криптовалют та дослідити теоретичні засади виявлення тенденцій і прогнозування руху цін;
- обґрунтувати вибір технологій та інструментальних засобів розробки системи аналізу тенденцій ринку криптовалют;
- розробити, здійснити програмну реалізацію системи аналізу тенденцій ринку криптовалют та дослідити якість прогнозовної моделі.

Об'єкт роботи – процес аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Предмет роботи – програмні засоби та інтелектуальні методи аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Методологічною основою дослідження є загальнонаукові та статистично-аналітичні методи, які дозволили комплексно вивчити предмет та об'єкт дослідження, дослідити основні підходи до виявлення тенденцій на ринку криптовалют.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що використання розробленої системи дозволить підвищити ефективність планування інвестицій у криптовалюту.

Структура кваліфікаційної роботи. Відповідно до мети, завдань і предмета дослідження, бакалаврська робота містить основну та спеціальну частини. Основна частина роботи складається із вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

1.1 Предметна сфера ринку криптовалют

Швидкий розвиток криптовалютного ринку і його поступова інтеграція в різні галузі, такі як економіка, фінанси та інші, вимагають глибокого вивчення цього явища. Криптовалюти, які призначені для використання в однорангових транзакціях без відповідальності перед будь-яким урядом або центральним банком, є новітніми фінансовими інноваціями, вивченими не тільки через причини їх існування, але також через потенційні ризики та можливості у фінансовій індустрії [1].

Криптовалюта – це цифрова валюта, що є альтернативною формою оплати, створеною з використанням алгоритмів шифрування. Розуміння поточного стану ринку криптовалют, а також докладний аналіз ринку, його структурні тонкощі, ризики та можливості, впливає на існуючі системи, грошово-кредитну та фіскальну політику. Криптовалюта – це фінансова інновація нового століття, покликана стати альтернативою готівковим грошам. Вони сегментовані на основі ринкової капіталізації криптовалют (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano та інші) та поширення криптовалют за географічною ознакою (Близький Схід та Африка, Америка, Європа, Азіатсько-Тихоокеанський регіон) [2].

Існують тисячі криптовалют із різними цілями. Ці цілі розробки полягають у тому, щоб надати цифрову валюту, альтернативну готівці (Bitcoin, Monero та Bitcoin Cash), підтримати недорогу платіжну систему (Ripple, Particl та Utility Settlement Coin), підтримати однорангову торговельну діяльність шляхом створення токенів (RMG та Maecenas) для полегшення безпечного доступу до товару або послуги в одноранговій торгівлі (Golem, Filecoin) та для підтримки базової платформи або протоколу (Ether та NEO). Оскільки нові криптовалюти створюються щотижня, ці цілі проектування не будуть вичерпними.

Блокчейн є базовою технологією більшості криптовалют. Ринок криптовалют сегментований з урахуванням ринкової капіталізації великої кількості

криптовалют. Криптовалюти перетинаються із ключовими областями грошово-кредитної та фінансової систем. Враховуючи їх швидке зростання, складність, високу нестабільність та потенційну можливість сприяння незаконній діяльності, регулюючі органи та політики у всьому світі стурбовані їх включенням до існуючої системи та переглядом існуючої системи, щоб вона відповідала їм, якщо вони будуть включені.

Таким чином, криптовалюта є новим типом цифрового активу, який базується на технології децентралізованої мережі, відомої як блокчейн. Цей термін складається з двох складових: «крипто», яке походить від слова «криптографія», та «валюта», що означає форму вартості або просто «гроші». Криптографія стосується методів та процесів забезпечення безпеки комунікації між двома сторонами. Таким чином, термін «криптовалюта» об'єднує в собі цифрові активи, які можуть використовуватися як гроші, забезпечені криптографічною безпекою [3].

Усі криптовалютні активи можна розділити за різними категоріями. Bitcoin є першою криптовалютою, тому він має статус окремого активу поза категоріями.

Інші блокчейн-проекти можна розділити на стейблкоїни, альткоїни, токени, мем-монети, DeFi, або децентралізовані фінансові сервіси, NFT, або незамінні токени. Проаналізуємо їх більш детально.

Стейблкоїни – це криптовалютні активи, цінність яких прив'язана до більш стабільних активів (рис. 1.1). Існує чотири основних види стейблкоїнів:

- забезпечені фіатною валютою: ці стейблкоїни мають найбільшу частку на ринку і їхня вартість прив'язана до традиційних валют, таких як долар США. Прикладами провідних стейблкоїнів є Tether (USDT), USD Coin (USDC), TrueUSD (TUSD) та Binance USD (BUSD);
- криптозабезпечені: ці криптовалюти отримують свою цінність від інших, більш відомих криптовалют, наприклад, Біткоїну. Прикладом такого стейблкоїна є DAI від MakerDAO, забезпечений Ethereum;

– алгоритмічні: ці стейблкоїни не мають застави і їхня стабільність забезпечується за допомогою алгоритмів, смарт-контрактів або взаємодії користувачів. Прикладами алгоритмічних стейблкоїнів є FRAX, FEI та RAI;

– забезпечені товаром: ці стейблкоїни підтримуються реальними активами, такими як дорогоцінні метали або нафта. Прикладами таких стейблкоїнів є Tether Gold (XAUT) та PAX Gold (PAXG), які підтримуються золотими резервами.

Альткоїни – це альтернативні криптовалюти, кожна з яких має свій власний блокчейн, відмінний від блокчейну Біткоїна. Деякі з них можуть бути подібні до Біткоїна, тоді як інші спрямовані на використання нових інструментів і розширення можливостей.

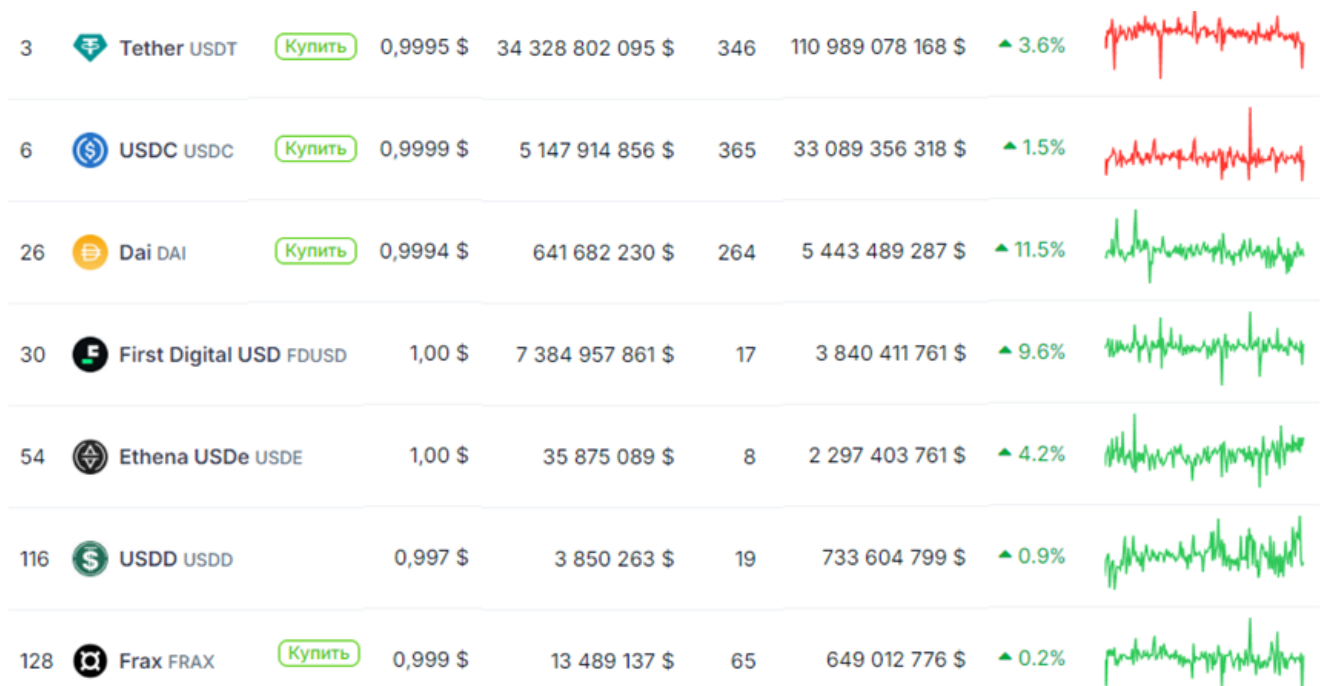


Рисунок 1.1 – Стейблкоїни [18]

Шляхом зміни відкритого вихідного коду Біткоїна розробники альткоїнів можуть прискорити транзакції, оптимізувати процес майнінгу, створювати різні автоматизовані контракти, формувати базу для роботи з криптододатками та інші функції.

Токени – це цифрові активи, які виконують функцію цифрових активів, але вони не мають власного блокчейна, як у звичайних криптовалютах. Натомість токени випускаються в повному обсязі одразу, без необхідності майнінгу.

Ці активи створюються різними компаніями з метою приваблення коштів на розвиток їхніх проєктів або забезпечення працездатності продуктів. Інвестори, з свого боку, отримують гарантії того, що компанія виконає перед ними свої зобов'язання.

Мем-монети – це криптовалюти, що виникли внаслідок використання мемів у соціальних мережах (рис. 1.2). Незважаючи на своє початкове призначення, деякі з цих мем-монет стали важливими у світі криптовалют, і їх ринкова вартість значно зросла. Найпершою і найбільш відомою мем-монетою є Dogecoin (DOGE), яку створили інженери-програмісти Біллі Маркус і Джексон Палмер у 2013 році як смішний проєкт.

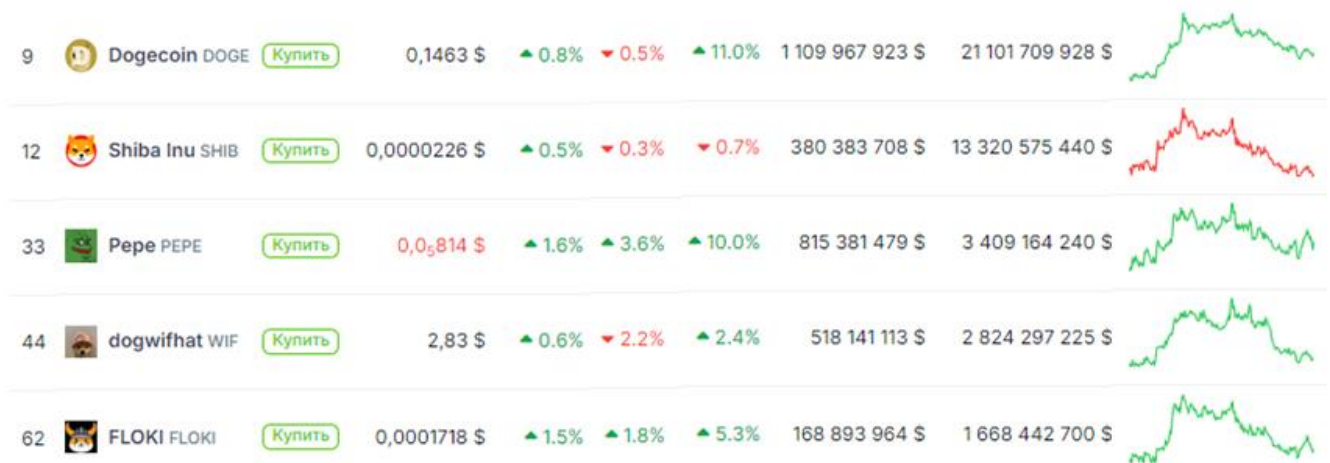


Рисунок 1.2 – Мем-монети [18]

З часом ринкова вартість Dogecoin постійно зростала, забезпечивши йому місце серед провідних криптовалютних мереж. Інші криптовалютні проєкти також намагалися повторити успіх DOGE, серед яких помітний Shiba Inu (SHIB), що вибухнув на ринок після запуску у серпні 2020 року.

DeFi, або *децентралізовані фінансові сервіси* – це окремі криптовалюти та комплексні платформи, які можуть об'єднувати різноманітні види цифрових активів та їхні функції. Деякі експерти вважають, що такі проекти додають динаміки у сегмент криптовалют.

Основна особливість DeFi полягає в тому, що користувачі можуть надавати та отримувати різні послуги безпосередньо, без посередництва. Всі розрахунки здійснюються у надійній децентралізованій мережі.

NFT, або *незамінні токени* – це активи, що були створені для перенесення прав власності на унікальні активи в блокчейні, такі як антикваріат, художні твори, 3D-моделі, ігрові предмети та інші. Кожен токен унікальний і не може бути замінений іншим, що призводить до особливої популярності серед колекціонерів (рис. 1.3).

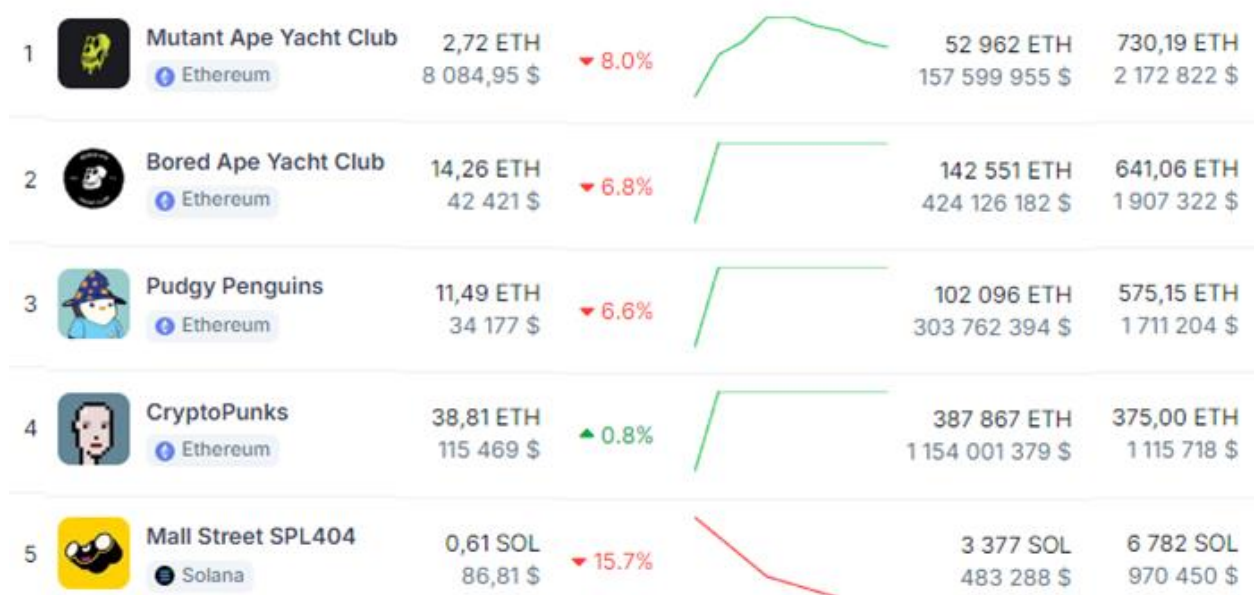


Рисунок 1.3 – Незамінні токени (NFT) [18]

Торгівля криптовалютами передбачає купівлю та продаж цифрових активів. Для заробітку на коливання цін можна використовувати біржові платформи або брокерів. На відміну від традиційних ринків, торгівля криптовалютами

децентралізована та працює цілодобово, тобто дозволяє здійснювати міжнародні транзакції у будь-який час.

Криптовалюти можна купувати та продавати на різних платформах, від централізованих до децентралізованих. Ось кілька типів платформ:

- централізовані біржі: це платформи, такі як Binance, Coinbase, Kraken, дозволяють користувачам купувати та продавати криптовалюти за допомогою традиційних фіатних валют або інших криптовалют. Вони зазвичай мають велику ліквідність та різноманітність торгових пар. Однак ці платформи піддаються ризику від хакерських атак та регуляторного втручання, оскільки всі операції контролюються централізованою владою;

- децентралізовані біржі (DEX): такі платформи, як Uniswap, SushiSwap, дозволяють користувачам торгувати криптовалютами без необхідності довіри до посередників. Тут торгівля відбувається безпосередньо між користувачами за допомогою смарт-контрактів. Вони дозволяють уникнути проблем централізованих бірж, але часто стикаються з проблемами ліквідності та використанням, оскільки їхні функції базуються на розподіленій мережі;

- овер-the-counter (OTC) платформи: ці платформи дозволяють великим покупцям та продавцям торгувати криптовалютою поза загальними ринками. Вони зазвичай використовуються для великих обсягів та забезпечують конфіденційність угод;

- пірингові (Peer-to-Peer) платформи: на таких платформах, як LocalBitcoins або Paxful, користувачі можуть знаходити один одного для купівлі та продажу криптовалюти безпосередньо, обмінюючись фіатними грошима або іншими засобами платежу;

- криптовалютні банкомати: це фізичні пристрої, що дозволяють користувачам обмінювати готівку на криптовалюту та навпаки.

Платформи можуть залежати від потреб користувача, рівня безпеки, регулятивних обмежень та багатьох інших факторів, оскільки ці платформи мають різні переваги та недоліки [6].

1. Централізовані біржі. Їх переваги: висока ліквідність та широкий вибір торгових пар; зручний інтерфейс та велика швидкість виконання операцій. Недоліки: підвищений ризик хакерських атак та втрати коштів; залежність від регулювання та можливість блокування облікових записів.

2. Децентралізовані біржі (DEX). Їх переваги: більша приватність та автономія користувачів; відсутність посередників та централізованих контролерів. Недоліки: проблеми з ліквідністю та швидкістю операцій; можливість використання для незаконних операцій та шахрайства.

3. OTC платформи. Їх переваги: можливість торгувати великими обсягами зі збереженням конфіденційності; широкий спектр доступних фіатних валют та криптовалют. Недоліки: високі комісії та обмежений вибір криптовалют; потенційний ризик шахрайства та шахрайських схем.

4. Пірингові платформи. Їх переваги: більша гнучкість у виборі способів платежу та обміну; можливість знаходити партнерів для обміну безпосередньо. Недоліки: ризик обману та невиконання угод; обмежені можливості управління та регулювання спорів.

5. Криптовалютні банкомати. Їх переваги: зручний спосіб обміну готівки на криптовалюту та навпаки; доступність у фізичних місцях. Недоліки: обмежений вибір криптовалют та високі комісії; не доступні для всіх регіонів та обмежений обсяг операцій.

Враховуючи різноманіття цих платформ, інвестори та торговці можуть обирати платформу, яка найбільш відповідає їхнім потребам щодо ліквідності, безпеки та приватності [5].

1.2 Індекси криптовалют як індикатори динаміки цифрових активів

Індекси криптовалют стали ключовим інструментом для оцінки та вимірювання динаміки цифрових активів у світі блокчейну та криптовалют. Вони дозволяють інвесторам, трейдерам, аналітикам та іншим учасникам ринку

отримувати загальне уявлення про тенденції на ринку криптовалют, а також проводити порівняльний аналіз між різними цифровими активами [8].

Криптовалютні індекси – це індикатори стану ринку, які відображають загальну динаміку конкретних активів за певними критеріями та відстежують їх курс у реальному часі. Індекси криптовалют є статистичними показниками, які відображають загальні тенденції або рухи на ринку криптовалют. Їх можна розглядати як кошик криптовалют, яка відображається в одному показнику або числі. Ці індекси можуть бути складеними з різних криптовалют у різних пропорціях або залежно від ваги кожної криптовалюти в ринковій капіталізації.

Один з основних принципів індексів криптовалют – це агрегація даних з різних бірж та торгових платформ для створення уніфікованого показника, який відображає загальну динаміку цін на криптовалютному ринку. Ці індекси можуть бути зважені за різними критеріями, такими як ринкова капіталізація, обсяг торгів, географічне розташування бірж тощо.

Індекси криптовалют можуть бути створені для різних цільових груп користувачів. Наприклад, індекс може бути спрямований на великих інвесторів, які шукають диверсифікацію портфеля, або на активних трейдерів, які шукають короткострокові можливості для отримання прибутку. Також можуть існувати індекси, що відображають динаміку конкретних секторів чи груп криптовалютних активів, таких як стабільні монети, приватні криптовалюти або токени децентралізованих фінансових продуктів.

Охарактеризування найпопулярніших індексів криптовалют наведено нижче.

1. Bitcoin Dominance Index (BDI): індекс, який відображає відносний вплив Bitcoin на весь ринок криптовалют. Він вимірює частку ринкової капіталізації Bitcoin у відсотках від загальної ринкової капіталізації всіх криптовалют разом. Аналіз і перегляд: індекс BDI можна відстежувати на багатьох фінансових сайтах та криптовалютних біржах. Наприклад, CoinMarketCap, CoinGecko та TradingView надають інформацію про BDI разом з графіками та аналітикою.

2. **Altcoin Market Cap Index (AMCI):** цей індекс вимірює ринкову капіталізацію всіх альткоїнов (всіх криптовалют, крім Bitcoin) відносно загальної ринкової капіталізації криптовалютного ринку. Аналіз і перегляд: Індекс AMCI також доступний на багатьох платформах, що відстежують криптовалютні дані. Наприклад, CoinMarketCap, CoinGecko. Це допомагає інвесторам оцінити стан альтернативних криптовалют в контексті загального ринку.

3. **Total Cryptocurrency Market Cap Index (TCMC):** це схожий на BDI індекс, який відображає загальну ринкову капіталізацію всіх криптовалют разом. Аналіз і перегляд: Індекс TCMC також доступний на різних фінансових платформах (CoinMarketCap, CoinGecko) та біржах. Він надає інвесторам загальний огляд ринку криптовалют та динаміку його змін.

4. **Crypto Fear and Greed Index (CFGI):** цей індекс вимірює рівень “страху” або “жадібності” на ринку криптовалют і допомагає інвесторам оцінити сентимент ринку (рис. 1.4). Аналіз і перегляд: CFGI часто доступний на фінансових сайтах (Alternative, CNN) та в додатках, що відстежують криптовалютні дані. Він може бути корисним інструментом для оцінки настроїв ринку та прийняття відповідних рішень.



Рисунок 1.4 – Crypto Fear and Greed Index (CFGI)

У цілому, індекси криптовалют стали невід’ємною частиною інфраструктури криптовалютних ринків, яка допомагає забезпечити прозорість, стабільність та розвиток цього сектору фінансів. Вони дозволяють учасникам ринку краще

розуміти динаміку цифрових активів та приймати обґрунтовані рішення щодо їх використання та інвестування.

За допомогою індексів криптовалют можна вивчати тенденції ринку, виявляти циклічність та сезонність, а також визначати високоволатильні та стабільні періоди. Це допомагає учасникам ринку приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування та торгівлі криптовалютами. Однак важливо враховувати, що індекси криптовалют, так само як і будь-які інші фінансові інструменти, мають свої обмеження і ризики. Наприклад, побудовані на історичних даних індекси можуть не враховувати нові тенденції або фундаментальні зміни у криптовалютній індустрії. Також індекси можуть бути схильні до впливу маніпуляцій та штучного збільшення обсягів торгів на певних біржах.

1.3 Основні підходи до аналізу ринку криптовалют

Вивчення тенденцій ринку криптовалют є складною сферою, яка постійно змінюється. Для успішного аналізу цього динамічного середовища інвестори користуються різними методами, які дозволяють краще зрозуміти, куди рухається цей сектор. В цьому контексті важливо розглянути чотири основні методи аналізу: технічний, фундаментальний, соціальний та сентимент-аналіз. Кожен з цих аналізів має свої особливості та переваги, що допомагають інвесторам приймати обґрунтовані рішення в умовах великої невизначеності ринку криптовалют. Розглянемо кожен з них детальніше, щоб краще зрозуміти, як вони можуть бути використані для прогнозування та аналізу тенденцій у цьому сегменті фінансового ринку.

Фундаментальний аналіз (ФА) інвестори використовують для оцінки “внутрішньої вартості” активу або бізнесу, шляхом аналізу внутрішніх та зовнішніх факторів. Основна мета полягає в тому, щоб визначити, чи є згаданий актив або бізнес переоціненим чи недооціненим, дозволяючи інвесторам приймати стратегічні рішення щодо входу або виходу з позицій.

Традиційні фундаментальні аналітики зазвичай опираються на бізнес-метрики для визначення реальної цінності. Вони аналізують показники, такі як прибуток на акцію або відношення ціни до балансової вартості. Інвестори можуть використовувати такий аналіз для порівняння декількох компаній у одній галузі та визначення, як їх потенційні інвестиції відображаються на інвестиціях інших учасників ринку.

Основні метрики фундаментального аналізу включають:

- технологічні показники: оцінка технологічної архітектури блокчейну та інноваційних особливостей проекту, це може включати швидкість транзакцій, масштабованість, рівень безпеки, тип консенсусу тощо;
- активність мережі: показники, які вказують на активність користувачів у мережі, такі як кількість транзакцій, активність гаманців, кількість унікальних адрес тощо;
- економічні моделі: оцінка економічних аспектів проекту, таких як винагорода майнерам, механізми стимулювання, обсяги та розподіл монет тощо;
- фінансові показники: включають ринкову капіталізацію, обсяг торгів, ціну токена або монети, динаміку цін тощо;
- командний склад та партнерства: оцінка досвіду та експертизи команди проекту, а також їх партнерства і співпраці з іншими компаніями чи організаціями.

Соціальний аналіз включає в себе дослідження та аналіз впливу соціальних факторів на динаміку та напрямки розвитку ринку криптовалют. Основна мета цього аналізу полягає в розумінні, як соціальні зміни, уявлення, тенденції та погляди впливають на споживання, інвестування та прийняття рішень у сфері криптовалют. Вивчення соціальних тенденцій на крипторинку охоплює аналіз широкого спектру факторів, що впливають на поведінку учасників ринку та його загальний розвиток. Це передбачає розуміння соціально-економічного контексту, в якому функціонує ринок криптовалют, а також аналіз соціальних мереж, медіа та громадської реакції на події, такі як регулювання, кібератаки чи технічні оновлення. Цей аналіз сприяє кращому розумінню того, як соціальні процеси

впливають на динаміку цього швидкозмінюваного ринку та його майбутні перспективи.

Сентимент-аналіз є дослідженням ринку щодо ставлення його учасників до того чи іншого активу. Він передбачає збирання та обробку всієї доступної інформації, яка може говорити про настрої інших трейдерів. Таке дослідження дозволяє зрозуміти, учасники ринку схильні переважно до купівлі або продажу конкретного токена, і з високою ймовірністю прогнозувати поведінку ціни. Якщо в більшості оцінок і думок переважає негативний прогноз, то найімовірніше тренд піде вниз і трейдер може зробити ставку на зниження. Одночасно з фундаментальним та технічним аналізом, експерти криптовалютного ринку говорять про важливість аналізу настроїв.

Технічний аналіз (ТА) включає методи дослідження фінансових ринків, включаючи ринок криптовалют, за допомогою аналізу та інтерпретації історичних цінових даних. Він базується на припущенні, що історія руху ціни може допомогти у прогнозуванні майбутніх ринкових тенденцій та глобальних трендів. Технічні аналітики зосереджуються на ціні та певних закономірностях динаміки її зміни [11]. Технічний аналіз – це метод аналізу та прогнозу ринку, який базується на використанні статистичних даних, зокрема часових рядів цін або обсягів угод, для виявлення закономірностей та формулювання прогнозів щодо майбутніх цінових рухів. З математичної точки зору, технічний аналіз використовує різні математичні моделі та індикатори, такі як середня лінія (MA), стандартні відхилення, індекси сили, зокрема Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), та Bollinger Bands, для аналізу цінових динамік та виявлення сигналів купівлі або продажу [12].

Технічний аналіз криптовалют є одним із найпоширеніших методів аналізу ринку. Його основне завдання – визначити майбутні зміни цін у валютній парі, на цінні папери чи інші активи [13]. Можна виділити кілька ключових етапів, за якими зазвичай керуються професійні трейдери:

- збір даних: аналітики отримують історичні дані про ціни на певний актив на різних часових проміжках, зазвичай це робиться за допомогою веб-сайтів, які надають історичні дані про рух цін, такі як біржі криптовалют або агрегатори даних;
 - аналіз графіків: дані проаналізовані та відображені у вигляді цінних свічок або інших графічних представлень ціни: цей етап є одним з найважливіших, оскільки надає найбільше інформації для аналізу – на графіку можна виявити поточний тренд, середньо-або короткострокові тенденції та інше;
 - використання індикаторів: аналітики використовують різні технічні індикатори для виявлення сигналів купівлі або продажу активу;
 - виявлення патернів: аналізуються характерні графічні фігури, які можуть вказувати на майбутній ринковий тренд;
 - прогнозування: на основі аналізу даних аналітики намагаються передбачити майбутні цінні рухи і приймати рішення про вхід або вихід з ринку.
- Щоб отримати більше інформації про активи та основні тенденції ринку, поєднують різні підходи: фундаментальний, технічний, соціальний та сегмент-аналіз. У даному дослідженні за основу було обрано технічний аналіз.

1.4 Індикатори для виявлення трендів ринку

Щоб операції з активами проходили успішно, потрібні ефективні торгові стратегії. Для аналізу ринкових тенденцій, виявлення закономірностей та прийняття зважених рішень використовують індикатори. Вони допомагають зрозуміти ринок та сформувані надійні торгові стратегії.

Індикатори надають трейдерам цінні відомості про тренди ринку та рух цін. Ці інструменти використовують математичні розрахунки та статистичний аналіз, які допомагають виявити ринкові моделі, тенденції та потенційні розвороти цін. За допомогою індикаторів можна приймати більш обґрунтовані рішення про те, коли відкривати чи закривати позиції, щоб збільшити прибуток та знизити збитки.

Торгівля криптовалютами дуже мінлива та непередбачувана, тому для прийняття зважених рішень важко покладатися лише на інтуїцію. Індикатори допомагають об'єктивно аналізувати тренди ринку та спиратися на дані та статистику. Зазвичай їх варто комбінувати. Трейдери часто використовують кілька індикаторів одночасно, щоб перевірити сигнали та підвищити точність рішень. Так можна знизити можливість помилкового сигналу і разом з цим підтвердити очевидний тренд [13].

Трейдери часто використовують різні види торгових індикаторів:

1) *індикатори тренду*: ці індикатори допомагають визначити напрямок ринкового тренду – лінії тренду та ковзні середні (MA);

2) *індикатори моментуму*: це інструменти оцінки сили ринкових змін, і виявлення можливих розворотів цін, наприклад, індекс відносної сили (RSI), стохастичний осцилятор (SO) та дивергенція/конвергенція ковзних середніх (MACD);

3) *індикатори волатильності*: ці індикатори допомагають трейдерам визначити рівень волатильності ринку, наприклад, смуги Боллінджера;

4) *індикатори обсягу*: допомагають трейдерам визначити кількість угод, що відбуваються на ринку, у цьому може допомогти індикатор балансового обсягу (On-Balance Volume);

5) *осцилятори*: ці індикатори коливаються між двома крайніми значеннями, надаючи інформацію про очікувані коливання ринку – середній індекс спрямованості (ADX) є чудовим прикладом такого осцилятора.

Розглянемо основні індикатори на ринку криптовалют.

1. Індикатор MA (англ. Moving Average) – це статистична модель аналізу часових рядів, яка використовується для згладжування випадкових коливань та виявлення основних тенденцій (рис. 1.5). Основна ідея полягає в тому, щоб розрахувати середнє значення показників за певний період часу, переміщаючи вікно цього періоду по часовому ряду. Чим ширший період розрахунку, тим більше індикатор згладжує випадкові коливання і відображає загальну тенденцію.

Використання індикатора МА дозволяє аналізувати динаміку руху цін, обсягів торгівлі або інших фінансових показників з точки зору їх середніх значень протягом певного періоду. Цей інструмент широко використовується в технічному аналізі фінансових ринків для прогнозування майбутніх цінових рухів та визначення точок входу або виходу з позицій. Крім того, індикатор МА може бути корисним для виявлення сигналів про зміну тренду чи рівня підтримки та опору на ринку.

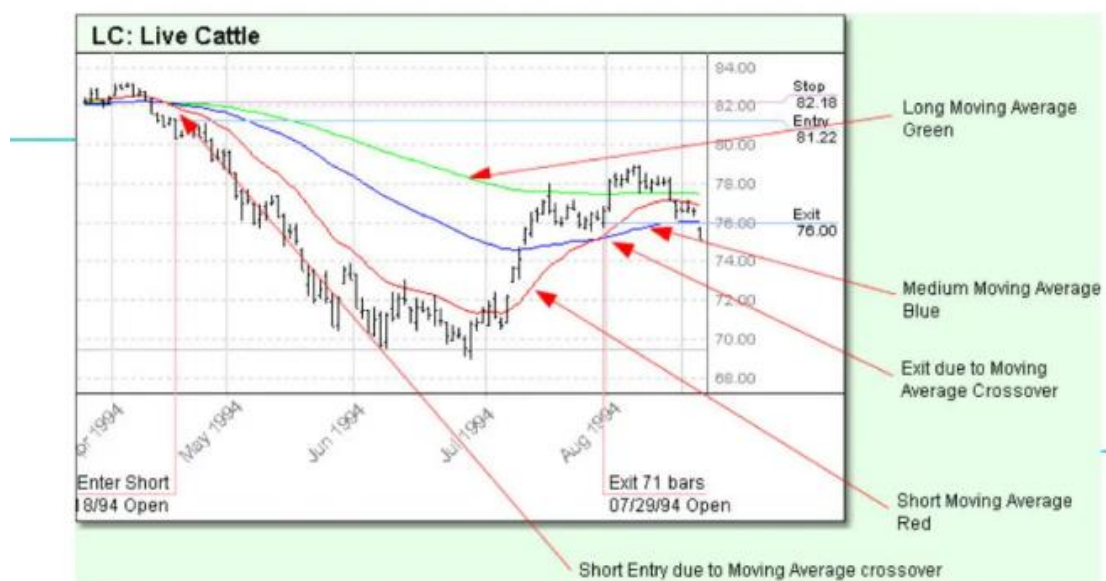


Рисунок 1.5 – Індикатор ковзних середніх (МА)

Формула для розрахунку простого ковзного середнього SMA (англ. Simple Moving Average) виглядає наступним чином:

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}, \quad (1.1)$$

де A_i – ціна активу в період i ;

n – кількість періодів, по яким робиться розрахунок – порядок ковзної середньої.

Формула для розрахунку експоненційної ковзної середньої ЕМА надає більше значення останнім цінам та враховує усі ціни попереднього періоду:

$$EMA_i = EMA_{i-1} + k \cdot (A_i - EMA_{i-1}) \quad (1.2)$$

де A_i – ціна активу на поточний момент часу;

EMA_{i-1} – значення експоненційного ковзного середнього на попередній момент часу;

k – експоненційно згладжуючий фактор.

2. Індикатор MACD (англ. Moving Average Convergence Divergence) – конвергенції/дивергенції ковзних середніх, є більш складним індикатором, що використовується для визначення напрямку тренду та його сили. Він складається з трьох компонент: осцилятора, сигнальної лінії та гістограми MACD. Для MACD обчислюється експоненціальна середня ковзна (EMA) короткого та довгого періоду, потім різниця між ними формує основну MACD лінію. Після цього обчислюється сигнальна лінія, яка є EMA від MACD. Це дозволяє визначити напрямок та силу тренду.

Формула MACD визначається наступним чином:

$$MACD = EMA_s(A) - EMA_l(A) \quad (1.3)$$

де EMA_s – короткострокова експоненційна ковзна середня;

EMA_l – довгострокова експоненційна ковзна середня.

Періоди по замовчуванню обираються $s = 12$, $l = 26$. Далі отримана лінія згладжується третьою експоненційною ковзною середньою EMA_a , як правило, з періодом 9 і виходить так звана сигнальна лінія MACD(*Signal*).

Перетин MACD-лінії (більш швидкої лінії) та сигнальної (більш повільної) може свідчити про зміну тренду. У міру того, як тренд стає більш стійким, розрив між лініями збільшується, і лінії гістограми теж. Розрив між лініями стає меншим, а висота гістограми зменшується, коли тренд починає втрачати імпульс, що вказує на близькість розвороту (рис. 1.6). Гістограма MACD відображає різницю між MACD-лінією та сигнальною лінією, допомагаючи трейдерам зрозуміти силу зміни.



Рисунок 1.6 – Індикатор конвергенції/дивергенції ковзних середніх (MACD): лінії MACD перетинаються одна з одною

Замість того, щоб чекати перетину MACD, який зазвичай є індикатором, що запізнюється, стратегія дивергенції дає трейдерам ранні сигнали, що дозволяють вчасно визначити тренд (рис. 1.7). Дивергенція між MACD та ціною в основному виникає при підвищеній волатильності на ринку. При висхідному тренді, коли ціна послідовно формує вищі максимуми, а осцилятор MACD у той самий період формує нижчі максимуми, це свідчить, що тренд швидко розгорнеться, і час продавати.

Навпаки, коли ціна швидко рухається вниз і формує нижчі мінімуми, а осцилятор MACD за той же період формує вищі мінімуми, очікується розворот вгору, що є сигналом до покупки. Це одне з найефективніших застосувань індикатора MACD у криптотрейдингу. Ця розбіжність може бути між ціновими свічками і лініями MACD, або між ціновими свічками і гистограмою MACD.



Рисунок 1.7 – Індикатор конвергенції/дивергенції ковзних середніх (MACD):
дивергенція – ціна рухається угору, а гістограма вниз

Дивергенція між MACD та ціною в основному виникає при підвищеній волатильності на ринку. При висхідному тренді, коли ціна послідовно формує вищі максимуми, а осцилятор MACD у той самий період формує нижчі максимуми, це свідчить, що тренд швидко розгорнеться, і час продавати. Навпаки, коли ціна швидко рухається вниз і формує нижчі мінімуми, а осцилятор MACD за той же період формує вищі мінімуми, очікується розворот вгору, що є сигналом до покупки. Це одне з найефективніших застосувань індикатора MACD у криптотрейдингу. Це розбіжність може бути між ціновими свічками і лініями MACD, або між ціновими свічками і гістограмою MACD.

Трейдери часто перевіряють свої торговельні рішення, комбінуючи індикатор MACD з іншими інструментами технічного аналізу. Наприклад, вони можуть використовувати MACD для визначення перспективних трендів і використовувати додаткові індикатори, такі як середня ковзна (MA) або індекс відносної сили (RSI), для перевірки тренду перед прийняттям торгового рішення.

3. Індикатор RSI (англ. Relative Strength Index) – індекс відносної сили, вказує на ступінь перекупленості або перепроданості конкретного активу на певному часовому інтервалі (рис. 1.8). Він має значення від 0 до 100 і зазвичай відображається на графіку у вигляді лінії, яка рухається вбік між двома паралельними лініями. Значення понад 70 зазвичай вказує на перекупленість ринку, тоді як значення менше 30 вказує на перепроданість. RSI може бути корисним для визначення моментів входу або виходу з ринку. Однак під час стійких трендів індекс відносної сили може залишатися в області перекупленості або перепроданості протягом тривалого часу.



Рисунок 1.8 – Індекс відносної сили (RSI)

Для розрахунку RSI використовується формула, що базується на зміні цін, обчисленні приростів та втрат, а потім на основі цього обчислюється відносна сила, і нарешті сам RSI:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS} \quad (1.4)$$

де RS – відношення середнього приросту ціни до середнього падіння ціни протягом n періодів.

Завжди корисно використовувати індекс відносної сили у поєднанні з іншими індикаторами, які дають сигнали на вхід та вихід під час трейдингу. У такій ситуації індикатор RSI підкаже, чи варто продовжувати торгові операції чи готуватися до виходу з угоди. Цей індикатор також можна використовувати для виявлення сигналів дивергенції, подібно до того, як ми пояснювали це на прикладі індикатора MACD.

Індикатор RSI може давати помилкові свідчення в періоди низької волатильності або бурхливої ринкової активності, що є важливим аспектом, про який слід пам'ятати. Це означає, що навіть якщо на ринку немає чіткого тренду, RSI все одно може показувати стан перекупленості чи перепроданості. Щоб переконатися в точності його показань, дуже важливо поєднувати з іншими, наприклад, індикатор MACD+RSI, і досліджувати рухи ціни.

При вивченні індикатора RSI криптотрейдерам також необхідно звертати увагу на таймфрейм, що використовується. Сигнал, що виникає на більш короткому таймфреймі, може бути не настільки значущим, як сигнал, що з'являється на довшому таймфреймі, оскільки різні таймфрейми можуть давати різні сигнали. Щоб отримати повне уявлення ринку при використанні індикатора RSI, важливо враховувати кілька періодів.

4. Індикатор BB (англ. Bollinger Bands) – лінії Боллінджера, використовується для вимірювання волатильності ринку і визначає потенціальні сигнали на купівлю та продаж (рис. 1.9). Вони складаються з трьох ліній: середньої, верхньої лінії (верхня границя волатильності) та нижньої смуги (нижня границя волатильності). Центральна лінія (зазвичай проста ковзна SMA) є середньою ціною активу за певний період. Дві зовнішні лінії показують стандартне відхилення ціни.



Рисунок 1.9 – Індикатор лінії Боллінджера (BB)

Якщо ціни стосуються верхньої лінії або перетинають її, це може вказувати на купівлю та потенційний момент для продажу. А якщо ціни досягають нижньої лінії діапазону або опускаються нижче за неї, це може свідчити про перепроданість і потенційний момент для покупки.

Для Bollinger Bands спочатку обчислюються прості рухомі середні та стандартне відхилення цін. Потім на основі цього, розраховуються верхня та нижня смуги, що вказують на потенційні точки перекупленості та перепроданості. Bollinger Bands можуть бути корисними для визначення точок входу та виходу з ринку, а також для визначення можливих змін тренду на основі волатильності.

Індикатор Bollinger Bands формується трьома лініями: центральною ML (англ. Middle Line), верхньою UB (англ. Upper Band) та нижньою LB (англ. Lower Band), кожна з яких має свою формулу:

$$ML = n\text{-денне SMA}, \quad (1.5)$$

$$UB = n\text{-денне SMA} + (n\text{-денне SD} \times D), \quad (1.6)$$

$$LB = n\text{-денне SMA} - (n\text{-денне SD} \times D), \quad (1.7)$$

де D – коефіцієнт відхилення;

SD – стандартне відхилення, n – період розрахунку.

Смуги Боллінджера дають уявлення про зміну короткострокових та довгострокових умов, і багато трейдерів вважають цей індикатор досить простим та зручним. Він підкреслює конкретні точки входу та виходу і завдяки цьому допомагає вибрати потрібний момент для дій. Крім того, смуги Боллінджера динамічні, тобто постійно оновлюють картину волатильності ринку. Однак смуги Боллінджера не завжди дають точне уявлення про стан ринку, тому їх слід використовувати поряд з іншими надійними індикаторами. Варто враховувати, що смуги Боллінджера дозволяють лише проаналізувати попередні результати і зазвичай не можуть прогнозувати ціни в майбутньому, що обмежує їхню ефективність. А за умов низьких ринкових цін, коли ціни неодноразово стосуються ліній, можуть виникати хибні сигнали.

Розглянуті індикатори краще використовувати у комбінації разом з іншими індикаторами, щоб отримати ширше уявлення про загальну ситуацію на ринку.

1.5 Графічні моделі у аналізі криптовалют

Головним завданням технічного аналізу є створення прогнозів зміни ціни в найближчому майбутньому або в довгостроковій перспективі [14]. Залежно від вибраного періоду підхід до формування прогнозів буде різним. Підбір технічних індикаторів та торгової системи багато в чому визначається періодом графіка. На вибір трейдеру запропоновані різні варіації програмного забезпечення для спостереження за цінами:

1) термінали бірж та брокерів – зазвичай вони мають обмежений функціонал порівняно зі спеціалізованими платформами;

2) спеціальні офлайн термінали: прикладами є інструменти MetaTrader4 і MetaTrader5, вони мають серйозний набір аналітичних функцій;

3) онлайн платформи: серед них найбільш популярним став вебсайт TradingView, який зараз застосовується майже всіма інвесторами у сфері

криптовалют, оскільки усі обчислення відбуваються автоматично у хмарі, а каталоги технічних індикаторів та стратегій постійно поповнюються новинками.

Для аналізу динаміки криптовалютних графіків, трейдери часто використовують графічні моделі, щоб виявити закономірності та можливі тенденції на ринку. Ці моделі включають у себе різноманітні патерни та фігури технічного аналізу – комбінації свічок (барів), які часто проявляються на графіках криптовалют і універсальні всім фінансових ринків. Свічки – це вид графіку вартості, який складається з двох елементів – тіла свічки (зафарбована область) та тіні свічки (вертикальні лінії, що виходять із тіла свічки). А бар – вид графіку, який має тіло свічки у вигляді вертикальної лінії, а вертикальні лінії показують початок та кінець торгового періоду. Самим простим є графік у вигляді лінії, яка означає вартість у кінці заданого періоду [15].

Розглянемо основні типи графічних моделей при технічному аналізі криптовалют.

1. *Прямокутник* є однією з базових геометричних форм, яка утворюється за допомогою двох паралельних ліній – рівнів підтримки та опору (рис. 1.10). Протягом певного періоду консолідації ціна активу рухається між цими двома рівнями. Цей період характеризується рівновагою між рівновагою попиту та пропозиції, що свідчить, що ні покупці, ні продавці не контролюють ситуацію, що призводить до бічного руху ціни. Існують три основні стратегії використання прямокутників:

- торгівля всередині прямокутника – це стратегія, при якій угоди відкриваються та закриваються, коли ціна наближається до ліній підтримки та опору в межах прямокутника;

- пробій вгору – це стратегія, що передбачає відкриття позиції в довгу сторону після того, як ціна перетинає рівень опору;

- пробій вниз – це стратегія, яка полягає в відкритті короткої позиції після того, як ціна прорве рівень підтримки.



Рисунок 1.10 – Графічна модель Прямокутник

Прямокутник може формуватися, коли ціна прямує униз або вгору, подальший його розвиток – пробій по тренду.

2. *Трикутник* – це ще одна з базових геометричних форм, яка виникає у випадку, коли волатильність ринку зменшується, і ціна активу стискається між двома лініями. Після прориву однієї зі сторін трикутника очікується продовження руху. Волатильність є статистичним показником, який характеризує мінливість ціни. Гострість вершини трикутника вказує на ступінь напруженості на ринку. Чим гостріша вершина, тим більш різкий і тривалий може бути наступний рух ціни. Таким чином, трейдери використовують трикутники для передбачення імпульсних рухів на ринку та прийняття торговельних рішень.

Висхідний трикутник – фігура продовження висхідного тренду, або зміни тренду на висхідний, яка виглядає як трикутник, має горизонтальний опір зверху та діагональну підтримку знизу (рис. 1.11). Якщо заздалегідь визначити модель, можна торгувати всередині фігури від ліній підтримки і опору. Або відкривати угоду у бік зростання, коли актив підніметься вище опору.



Рисунок 1.11 – Графічна модель Висхідний трикутник

Східний трикутник (рис. 1.12) – фігура, протилежна висхідному трикутнику, яка відрізняється тим, що має горизонтальну підтримку знизу, після пробивання якої можна відкривати угоди у бік зниження.



Рисунок 1.12 – Графічна модель Східний трикутник

3. *Клин* подібний до трикутника, проте відрізняється тим, що обидві його сторони направлені у одну сторону – вгору або вниз. Ця фігура вважається сигнальним патерном, оскільки її завершення можна передбачити простіше:

- східний (падаючий) клин (рис. 1.13) – фігура розвороту, яка виглядає як звуження торгового каналу і має низхідний рух, торгувати можна від меж фігури або після того, як актив підніметься вище лінії опору і попрямує у бік зростання;
- висхідний клин (рис. 1.14) – фігура, обернена до моделі низхідний клин, відповідно, торгувати потрібно після виходу з фігури у бік зниження.



Рисунок 1.13 – Графічна модель Східний клин



Рисунок 1.14 – Графічна модель Висхідний клин

4. *Подвійна вершина* – це ще один патерн розвороту, який легко розпізнати на графіку (рис. 1.15). Вона утворюється на рівні, який тренд не може пройти двічі. Після цього ціна активу змінює напрямок руху. Ситуацію підсилює той факт, що друга вершина виявляється меншою за першу. Цей патерн надає трейдерам сигнал про можливий розворот тренду, що дозволяє їм приймати відповідні торговельні рішення – торгувати потрібно після пробиття основи фігури у бік зниження.



Рисунок 1.15 – Графічна модель Подвійна вершина

5. *Голова та плечі* є ще одним розворотним патерном, що складається з трьох вершин, де середня вершина вища (або нижча) за дві інші (рис. 1.16). Угоду рекомендується відкривати після появи другого плеча. Більш ризикованим вважається варіант відкриття угоди на третій вершині, оскільки формування патерну ще не завершилося, і існує ймовірність зміни напрямку. Трейдери використовують цю модель для виявлення можливих реверсій тренду та прийняття відповідних торгівельних рішень.



Рисунок 1.16 – Графічна модель Голова та плечі

Для створення системи аналізу тенденцій ринку криптовалют доцільно передбачити побудову сукупності графічних моделей. Знаходячи відомі поєднання на графіку, трейдер може прогнозувати подальшу поведінку валютної пари чи іншого активу.

1.6 Огляд платформ для технічного аналізу криптовалют

На сьогоднішній день існує безліч сервісів для технічного аналізу тенденцій ринку криптовалют, які надають широкий спектр інструментів для аналізу та прогнозування цінових рухів. Деякі з них є безкоштовними, але більшість вимагають підписки або оплати за доступ до розширених функцій та індикаторів.

Найпоширеніші сервіси для технічного аналізу криптовалют включають:

1) TradingView: TradingView є одним з найпопулярніших сервісів для технічного аналізу фінансових ринків, включаючи ринок криптовалют. Він надає доступ до різноманітних графіків, індикаторів, технічних аналізів та можливості спілкування з іншими трейдерами.

2) Coinigy: Це інший популярний сервіс, який надає торговій аналітиці доступ до різних графіків, індикаторів, аналізів та обмінних курсів криптовалют з багатьма біржами.

3) CoinMarketCap: Це додаток, який надає інформацію про курси криптовалют, обсяги торгів, ринкові капіталізації та іншу статистику. Він також має деякі інструменти для аналізу ринку.

Незважаючи на наявність цих сервісів, є певні обмеження та недоліки, такі як вартість підписки, обмежені можливості безкоштовних версій, а також недостатня адаптація до потреб конкретного трейдера.

Тому розробка власного проекту в цьому напрямку може бути доцільною. Власний сервіс може надати більш гнучкі можливості налаштування, інтеграцію з іншими інструментами, а також відповідати конкретним потребам аудиторії, що може бути недоступною на існуючих платформах.

1.7 Постановка задачі

Розробка інтелектуальної системи для аналізу та виявлення тенденцій ринку криптовалют, враховуючи швидкий та непередбачуваний розвиток цього ринку, надає точні прогнози, які є критично важливими для успішної інвестиційної стратегії..

Об'єкт роботи – процес аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Предмет роботи – програмні засоби та інтелектуальні методи аналізу тенденцій ринку криптовалют.

Мета роботи – підвищення ефективності планування інвестицій на ринках криптовалют шляхом розробки системи виявлення тенденцій із вбудованими методами технічного аналізу криптовалютних ринків.

Для досягнення поставленої мети було поставлено такі **завдання**:

- здійснити аналіз предметної сфери ринку криптовалют та дослідити теоретичні засади виявлення тенденцій і прогнозування руху цін;
- обґрунтувати вибір технологій та інструментальних засобів розробки системи аналізу тенденцій ринку криптовалют;
- розробити, здійснити програмну реалізацію системи аналізу тенденцій ринку криптовалют та дослідити якість прогнозної моделі.

Розроблювана інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют повинна мати наступні функціональні можливості:

- 1) здатність зчитувати дані: система повинна мати можливість імпортувати фінансові дані з криптомоніторингових сервісів;
- 2) очищення даних: система повинна здійснювати очищення даних – виявлення пропусків, аномалій дублікатів та коректно здійснювати корегування набору даних;
- 3) здійснювання аналізу історичних даних ринку криптовалют, враховуючи ціну, обсяг торгів, волатильність та інші ключові показники;

- 4) використання різноманітних методів аналізу даних, включаючи технічний аналіз, фундаментальний аналіз, та інші;
- 5) повинна автоматично виявляти та аналізувати тенденції на ринку, включаючи рухи цін, зміни обсягів торгів, а також поведінку учасників ринку;
- 6) надавати можливість прогнозування майбутніх цінових рухів криптовалют на основі аналізу накопичених даних та використання прогностичних моделей;
- 7) забезпечувати можливість візуалізації результатів аналізу та прогнозування у зручному для користувача форматі, наприклад, за допомогою графіків та діаграм;
- 8) розрахунок метрик оцінки якості моделі та її точності, аналізу і прогнозування нових значень на ринку криптовалют.

Ці вимоги є основою для подальшого проектування та реалізації системи.

Висновки до розділу 1

В даному розділі бакалаврської роботи розглянуто теоретичні засади аналізу та прогнозування тенденцій ринку криптовалют. Ринок криптовалют є значущою складовою фінансової сфери, де проводяться операції з обміну та торгівлі цифровими активами. Використання методів аналізу та прогнозування дозволяє отримувати важливі дані щодо тенденцій ринку криптовалют та сприяє у прийнятті обґрунтованих рішень стосовно інвестування. У цьому контексті проведено аналіз програмних засобів та методологій, які використовуються для прогнозування руху цін на криптовалютному ринку.

Виявлено основні типи систем та програмних сервісів, які дозволяють здійснювати побудову прогнозів часових рядів: статистичні пакети (Python з бібліотеками pandas, numpy, scipy, R, SAS, SPSS), табличні процесори (MS Excel, Google Sheets, LibreOffice, CoinGecko, CoinMarketCap), пакети візуального проектування (Power BI, Google Data Studio, Plotly та Matplotlib у Python). Вони

мають широкий функціонал для проведення аналізу тенденцій ринку криптовалют та вбудовані засоби для реалізації багатьох моделей та методів інтелектуального аналізу та прогнозу, їх використання для прогнозу потребує трудомісткого процесу розгортання та підтримки. Це не завжди є системним та гнучким і вимагає знання мов програмування та розуміння на професійному рівні усіх етапів аналізу даних та обґрунтування вибору оптимальної прогнозової моделі. Відчутна потреба у розробці системи, яка має зручний та зрозумілий інтерфейс, є простою у налаштуванні й автоматизує усі етапи аналізу та прогнозування тенденцій ринку криптовалют.

Здійснений аналіз дозволив виявити велику кількість методів та моделей, які використовують для побудови аналізу тенденцій ринку криптовалют. Серед цих методів виділяються технічний аналіз, фундаментальний аналіз та соціальний аналіз. Технічний аналіз включає в себе використання різних моделей, таких як модель простої рухомої середньої (MA), індекс сили купівлі/продажу (RSI), відносна рухома середня дивергенція/конвергенція (MACD) та модель Боллінджера (Bollinger Bands). Фундаментальний аналіз базується на оцінці фінансових показників та факторів, що впливають на ціни криптовалют. Соціальний аналіз використовує дані з соціальних мереж і форумів для виявлення настроїв та тенденцій серед учасників ринку. Цей різноманітний підхід дозволяє здійснювати більш точні та комплексні прогнози щодо динаміки цін криптовалют.

Важливе значення для побудови аналізу та прогнозування тенденцій на ринку криптовалют вимагають використання різноманітних індексів. Важливо виявити та врахувати ключові показники, що відображають динаміку цього ринку. Індекси можуть охоплювати різні аспекти, включаючи капіталізацію, обсяг торгів, волатильність та інші фундаментальні та технічні показники. Наприклад, індекси волатильності можуть допомогти у визначенні рівня ризику на ринку, тимчасом як індекси капіталізації дають уявлення про розмір та структуру ринку. Інтегруючи ці індекси в аналітичні моделі, можна отримати більш об'єктивні та точні прогнози щодо майбутніх тенденцій криптовалютного ринку.

Розглянуті підходи до аналізу та прогнозування дали змогу визначити переваги та недоліки кожного методу, а також вибрати найбільш ефективні для даної задачі. Тенденції ринку криптовалют є складним завданням, оскільки фінансові ринки є непередбачуваними. Прогнозування та аналіз ринку криптовалют може містити певну ступінь похибки, що підкреслює важливість використання не одного, а кількох методів. Це дозволяє отримати більш точні прогнози та зменшити ризик прийняття неточних рішень.

Для створення автоматизованої системи аналізу та прогнозування доцільно передбачити побудову сукупності моделей, визначення їх адекватності та точності для аналізу тенденцій ринку криптовалют. Основні етапи аналізу та прогнозування включають: як збір та попередню обробку даних, виявлення індексів криптовалюти, вибір методів аналізу, розробка моделей аналізу та прогнозування.

2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

2.1 Середовище розробки Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) – це потужне середовище розробки від Microsoft для операційних систем Windows, Linux та macOS. Це невагомий редактор коду, ідеально підходить для розробки веб-застосунків на різних платформах. Розроблений з урахуванням потреб програмістів та розробників програмного забезпечення, він забезпечує розмаїття функцій для написання, редагування та відлагодження коду, а також керування проектами [17].

У складі VS Code є відлагоджувач, інструменти для роботи з Git, підсвічування синтаксису, IntelliSense та засоби для рефакторингу. Це робить його потужним інструментом для розробки програмного забезпечення на різних платформах та з різними технологіями.

Крім того, VS Code має широкі можливості для налаштування, включаючи налаштування тем, гарячі клавіші та файли конфігурації. Він є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, проте готові збірки поширюються під пропріетарною ліцензією.

Visual Studio Code вперше був анонсований Microsoft 29 квітня 2015 року на конференції Build, і незабаром випущений у бета-версії. 18 листопада 2015 року він вийшов під ліцензією MIT, а його вихідний код став доступним на GitHub. Також була оголошена підтримка розширень. 14 квітня 2016 року VS Code вийшов з бета-тестування.

Однією з ключових особливостей VS Code є його легкість використання, швидкодія та можливість розширення. Він підтримує багато мов програмування, таких як JavaScript, Python, C++, Java та інші. Редактор має потужну систему підсвічування синтаксису, автодоповнення коду, вбудовану систему контролю

версій та можливість використання розширень для розширення його функціональності.

VS Code популярний серед розробників завдяки своїм можливостям, легкості використання та активному співтовариству, що підтримує редактор та розробляє розширення для нього. Це робить його ідеальним вибором для тих, хто шукає гнучке та потужне середовище розробки.

Крім того, VS Code має вбудовану підтримку для роботи з контейнерами Docker і Kubernetes, що робить його ідеальним інструментом для розробки сучасних мікросервісних застосунків. Разом з активною спільнотою, що створює та підтримує велику кількість розширень, це робить VS Code одним з найбільш потужних та гнучких середовищ розробки на ринку сьогодні.

2.2 Моніторингові сервіси для відстеження індексів криптовалют

Розуміння криптовалют вимагає постійного оновлення знань про цю галузь. Тому важливо мати на увазі, які інструменти можуть сприяти полегшенню процесу роботи з ними. Засоби аналізу крипторинку є серед найпопулярніших інструментів для ефективного керування та вивчення динаміки ринку криптовалют. Вони корисні як для новачків, так і для досвідчених користувачів, допомагаючи отримати необхідну інформацію для прийняття обґрунтованих рішень [18].

Моніторингові сервіси, також відомі як чекери або сканери, є спеціальними інструментами, що автоматично аналізують інформацію з різних криптовалютних бірж. Ці інструменти допомагають користувачам виявляти розбіжності в цінах криптовалют на різних біржах. Функції трекерів спрямовані на те, щоб допомогти трейдерам здійснювати вигідні угоди з криптовалютами на різних біржах, зручно порівнюючи та аналізуючи дані.

Багато з цих інструментів також проводять дослідження крипторинку для надання користувачам актуальних тенденцій та прогнозів. Вони аналізують

різноманітні параметри, такі як показники, моделі, обсяг угод, ринкова капіталізація та зміни цін.

Як обрати найкращий додаток для відстеження криптовалют, що максимізує користь аналізу крипторинку? Першим і найважливішим кроком є розуміння основних критеріїв вибору. Що більше ви знаєте, тим вище ймовірність знаходження дійсно корисного додатка.

Ось декілька ключових характеристик:

– надійність і репутація: переконайтеся, що обраний вами додаток для відстеження криптовалют надає точну та актуальну інформацію. Підберіть джерело, яке користується надійними каналами передачі даних та API-інтерфейсами від авторитетних криптовалютних бірж. Окрім цього, оцініть відгуки користувачів, дослідіть огляди та репутацію компанії у криптоспільноті. Довіреність та безпека завжди є ключовими чинниками при виборі інструменту для перевірки криптовалютного ринку;

– підтримувані криптовалюти та криптобіржі: ідеальне програмне забезпечення для відстеження криптовалют повинно охоплювати широкий асортимент криптовалют, а не обмежуватися лише основними, такими як Біткоїн або Ефіріум. Широкий спектр підтримуваних криптовалют та криптобірж дозволить вам отримати більш повний зоровий образ ринку та забезпечить доступ до різноманітних інвестиційних можливостей;

– оновлення в режимі реального часу: шукайте найкращий сервіс цін на криптовалюти, який забезпечує оновлення в режимі реального часу з мінімальною затримкою. Це допоможе вам бути завжди в курсі останніх змін на ринку і приймати обґрунтовані торгові рішення;

– зручний інтерфейс: чіткість навігації дозволяє швидко отримати доступ до необхідної інформації без зайвих труднощів. Обирайте додаток для відстеження криптовалют, який пропонує зрозумілий і легкий у використанні інтерфейс, щоб максимально ефективно користуватися його можливостями без додаткового навантаження;

– налаштування та інші додаткові функції: можливість налаштування панелі моніторингу для відстеження конкретних криптовалют – це важлива функція, яка дозволяє вам гнучко вибирати та відстежувати саме ті активи, які цікавлять вас найбільше. Такий гнучкий інструмент перевірки неодмінно задовольнить ваші індивідуальні потреби, дозволяючи отримувати актуальну інформацію про важливі для вас криптовалютні активи.

При виборі найкращого сервісу для відстеження криптовалютного ринку варто враховувати операційну систему вашого пристрою та особисті уподобання щодо функцій та інтерфейсу користувача.

Ось декілька популярних додатків для аналізу та відстеження цін на криптовалюту:

1) CoinMarketCap є визнаним лідером у сфері відстеження криптовалютних ринків та вважається найкращим засобом для цього. Їхній сервіс доступний для різних операційних систем, забезпечує користувачів актуальними даними щодо цін, ринкової капіталізації, обсягів торгів та іншої ключової інформації, пов'язаної з криптовалютами;

2) CoinGecko є ще однією платформою, яка заслуговує на увагу, оскільки надає можливість відстежувати ціни криптовалют, переглядати ринкові графіки та аналізувати різноманітні показники крипторинку;

3) TrendSpider – це інструмент, який створений для всіх типів інвесторів і трейдерів. Він надає комплексний криптосканер з простим користувацьким інтерфейсом, щоб отримувати доступ до історичних даних про рух цін на активи та обсяги торгів.

Незалежно від вашого пріоритету – управління криптовалютами, відстеження цін чи інші функції, важливо ретельно вивчити різноманітні додатки та вибрати оптимальний моніторинговий сервіс.

Використання надійного та багатофункціонального інструменту для перевірки крипторинку може приносити численні переваги трейдерам, інвесторам і просто крипто-ентузіастам.

Однією з ключових переваг є надання даних про ціни в режимі реального часу, що дозволяє користувачам слідкувати за змінами цін у момент їх виникнення.

Крім того, кращі інструменти забезпечують вичерпну інформацію про ринок, включаючи ринкову капіталізацію, обсяг торгів та історичні дані, що допомагає користувачам зробити обґрунтований вибір. Порівняння різних криптовалют, проведення технічного аналізу та отримання аналітичної інформації є також важливими перевагами таких інструментів.

2.3 Мова програмування Python

Python – це інтерпретована мова програмування високого рівня з об'єктно-орієнтованою архітектурою і строгою динамічною типізацією. Вона була створена Гвідо ван Россумом у 1990 році. Завдяки високорівневим структурам даних, динамічною семантикою та зв'язуванням, Python є популярним вибором для швидкої розробки програм та поєднання наявних компонентів. Мова підтримує модулі та пакети модулів, сприяючи модульності та повторному використанню коду. Інтерпретатор Python та його стандартні бібліотеки доступні як у скомпільованій, так і у вихідній формі для всіх основних платформ. Python підтримує кілька парадигм програмування, таких як об'єктно-орієнтована, процедурна, аспектно-орієнтована та функціональна [19].

Основні переваги Python включають:

- простий синтаксис, де використання відступів дозволяє виділяти блоки коду;
- переносність програм, що робить його ідеальним для різних операційних систем;
- широкий набір корисних модулів у стандартному дистрибутиві, включаючи інструменти для розробки графічного інтерфейсу;
- можливість використання Python у діалоговому режимі для швидкого експериментування та вирішення простих задач;

- присутність простого, але потужного середовища розробки, такого як IDLE, що написане мовою Python;
- зручність для розв'язання математичних проблем, включаючи роботу з комплексними числами та потужність у використанні як калькулятора;
- відкритий код, що дозволяє редагувати його іншими користувачами.

Python також пропонує ефективні високорівневі структури даних та простий, але ефективний підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Елегантний синтаксис, динамічна обробка типів та інтерпретована природа мови роблять Python ідеальним для швидкої розробки прикладних програм та написання скриптів у багатьох сферах на різних платформах.

Інтерпретатор Python та розширена Стандартна бібліотека легко доступні на офіційному веб-сайті Python та можуть вільно розповсюджуватися. Мова також дозволяє розширення за допомогою функцій та типів даних, реалізованих на C або C++, а також є зручним інструментом розширення для прикладних програм, що потребують подальшого налагодження.

Python доступний і працює практично на всіх відомих платформах, включаючи КПК і мейнфрейми. Існують порти для Microsoft Windows, всіх варіантів UNIX (включаючи FreeBSD та GNU/Linux), Plan 9, Mac OS та Mac OS X, iPhone OS 2.0 і вище, Palm OS, OS/2, Amiga, AS/400 і навіть OS/390, Symbian та Android.

Python використовує динамічну типізацію, де тип змінної визначається лише під час її виконання. Основні типи даних включають цілі числа будь-якої довжини та комплексні числа, а також широкі можливості для роботи з рядками, включаючи Unicode. Python підтримує кортежі, списки, словники і, починаючи з версії 2.4, множини, серед колекцій. Система класів підтримує множинне успадкування і метапрограмування, дозволяючи включати будь-який тип до системи класів, включаючи навіть базові, і забезпечуючи можливість успадкування навіть від них.

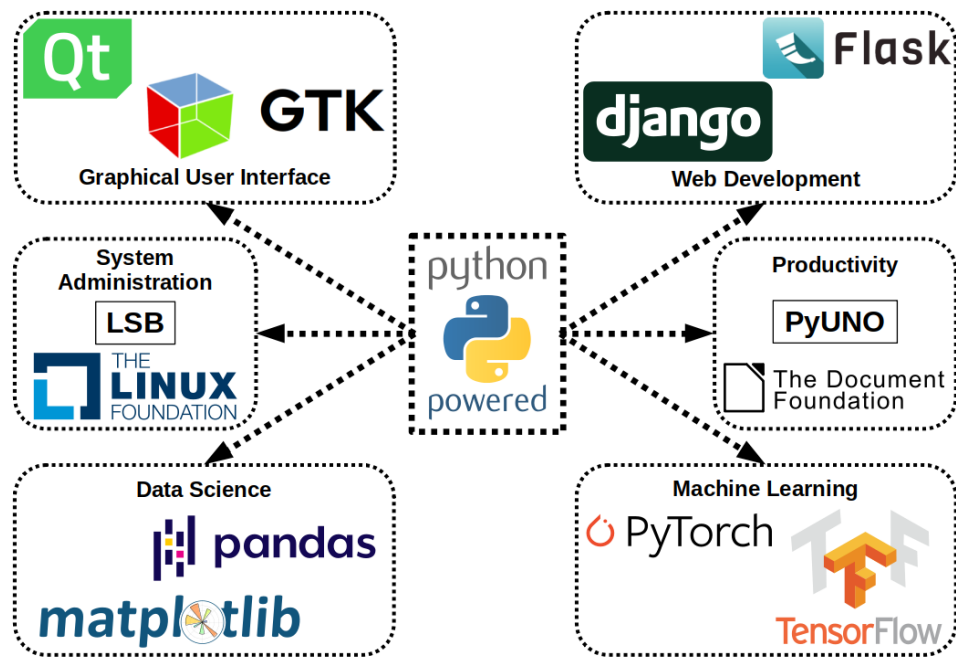


Рисунок 2.1 – Екосистема Python [19]

Python – не лише мова програмування, але й потужний інструмент для аналізу даних, завдяки своїм розширеним бібліотекам (рис. 2.1), які включають Pandas, NumPy, SciPy та Matplotlib. Ці бібліотеки дозволяють ефективно працювати з об'ємними наборами даних, проводити статистичний аналіз та візуалізувати результати [20].

Паралельно з цим, Python надає потужні інструменти для роботи з мережевими даними, що особливо корисно для аналізу ринку криптовалют. Модулі, такі як Requests або BeautifulSoup, дозволяють отримувати дані з веб-сайтів та API криптобірж.

У Python також простий підхід до обробки великих обсягів даних, за допомогою структур даних, таких як списки, словники та кортежі. Це робить мову особливо ефективною для аналізу ринку криптовалют, де часто зустрічаються великі обсяги даних.

Крім того, Python дозволяє реалізувати алгоритми машинного навчання, що допомагає прогнозувати та аналізувати тенденції на ринку криптовалют на основі минулих даних та інших факторів.

Завдяки активній спільноті розробників та постійному оновленню, Python залишається в піднесенні для розробників інтелектуальних систем аналізу тенденцій ринку криптовалют, надаючи їм доступ до нових функцій та інструментів.

2.4 Streamlit – фреймворк для Python

Створення інтелектуальної системи для аналізу тенденцій ринку криптовалют потребує ефективного інструмента для візуалізації даних та взаємодії з користувачем. Один з найбільш підходящих інструментів для цієї мети - фреймворк Streamlit [21].

Основні особливості Streamlit [22]:

- простота використання: Один із головних принципів Streamlit – це простота використання. Розробники можуть створювати веб-застосунки, використовуючи звичний синтаксис Python без необхідності вивчення складних технологій веб-розробки;
- інтерактивність: За допомогою Streamlit можна створювати інтерактивні програми з миттєвим оновленням результатів при зміні параметрів або взаємодії користувача з програмою;
- багатий набір компонентів: Streamlit пропонує різні компоненти для створення інтерфейсу користувача, такі як слайдери, чекбокси, випадають списки, графіки, таблиці та багато іншого. Ці компоненти дозволяють легко додавати функціональність до вашої програми;
- автоматичне оновлення: Програми, створені за допомогою Streamlit, автоматично оновлюються при зміні вихідного коду. Це означає, що ви можете миттєво бачити зміни у вашій програмі без необхідності перезапуску або оновлення сторінки;
- інтеграція з іншими бібліотеками: Streamlit легко інтегрується з іншими популярними бібліотеками Python, такими як Pandas, Matplotlib, Plotly, TensorFlow

та багатьма іншими. Це дозволяє використовувати всі можливості цих бібліотек для аналізу даних, візуалізації та машинного навчання у ваших веб-додатках;

– відкритий вихідний код та активна спільнота: Streamlit є проектом з відкритим вихідним кодом, що означає, що будь-хто може зробити свій внесок у його розвиток. Також існує активна спільнота користувачів та розробників, готових допомогти з питаннями та підтримати новачків.

Використання Streamlit стає ефективним інструментом для розробки системи аналізу та візуалізації тенденцій на ринку криптовалют, забезпечуючи швидкий розвиток та високий рівень інтерактивності без зайвих витрат часу та зусиль [23].

2.5 Бібліотеки для роботи з даними криптовалютних бірж

Використання різноманітних бібліотек Python стає ключовим для забезпечення аналізу та прогнозування ринкових тенденцій з високою точністю та швидкістю [24]. Одними з найбільш важливих інструментів у цьому процесі є бібліотеки Pandas, Plotly, ufinance, Prophet та Requests (рис. 2.2).

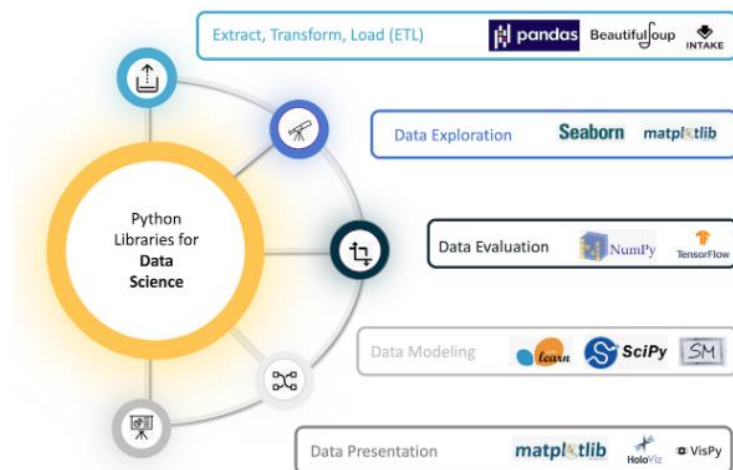


Рисунок 2.2 – Бібліотеки Python для роботи з даними [24]

Застосування цих бібліотек у складі системи аналізу тенденцій ринку криптовалют дозволяє здійснювати аналіз тенденцій ринкової динаміки,

враховуючи різноманітні аспекти та фактори, що впливають на цінові рухи криптовалют. Ці бібліотеки забезпечують широкі можливості для обробки, візуалізації та прогнозування даних, роблячи процес аналізу ринку більш точним, ефективним та зрозумілим для користувачів.

Здійснимо огляд вказаних бібліотек та їх переваг для здійснюваного аналізу.

1. Pandas – це бібліотека для обробки та аналізу даних у Python. Вона надає структури даних, такі як DataFrame, які дозволяють зручно працювати з табличними даними. Pandas дозволяє завантажувати дані з різних джерел, об'єднувати, фільтрувати, трансформувати та агрегувати дані, виконувати операції з індексами, а також вирішувати проблеми з відсутніми значеннями [25].

2. Plotly – це бібліотека для створення інтерактивних графіків та візуалізації даних у Python. Вона надає різноманітні можливості для відображення даних у вигляді графіків, діаграм та інших візуальних елементів. За допомогою Plotly ви можете будувати різноманітні типи графіків, включаючи лінійні графіки, стовпчаті діаграми, кругові діаграми, графіки розсіювання, теплові карти та інші. Вона також підтримує інтерактивність, так що користувачі можуть взаємодіяти з графіками, навіть під час використання їх на веб-сторінках або в інтерактивних додатках [26].

3. Plotly Express – це високорівневий інтерфейс для Plotly, спрощений для швидкого створення графіків та візуалізацій даних. Вона надає швидкий доступ до основних функцій Plotly через простий інтерфейс команд.

4. Yfinance – це бібліотека для отримання фінансових даних з Yahoo Finance у Python. Вона дозволяє отримувати історичні дані про ціни акцій, обсяги торгів, дивіденди та інші фінансові показники для різних активів, включаючи криптовалюту. Це надає зручний інтерфейс для завантаження даних у форматі, який легко можна обробити та аналізувати з допомогою Pandas [27].

5. Requests – це бібліотека для виконання HTTP-запитів у Python. Вона дозволяє зручно взаємодіяти з веб-серверами та отримувати дані через протокол HTTP. Зокрема, Requests може бути використана для отримання даних про

криптовалютні ціни та іншу інформацію з веб-сайтів або API криптовалютних бірж [28].

Результатом використання цих інструментів є підвищення якості прийняття рішень на ринку криптовалют та забезпечення більш вдалих стратегій аналізу ринку криптовалют.

Застосування API у проектах широко поширене та має велике значення у різних галузях. Наприклад, у соціальних мережах API дозволяють розробникам створювати програми для аналізу поведінки користувачів та використовувати дані з соціальних мереж для різних цілей. У сфері електронної комерції багато магазинів використовують API для інтеграції з платіжними системами та логістичними компаніями. Також API активно використовуються у мобільних додатках для взаємодії з базами даних та іншими зовнішніми сервісами.

2.6 Побудова прогнозної моделі на основі бібліотеки Prophet

Prophet – це бібліотека для прогнозування часових рядів, розроблена компанією Facebook у 2017 році. Вона надає простий і потужний інтерфейс для прогнозування часових рядів з трендами, сезонністю та святковими ефектами [30]. За допомогою Prophet можна швидко створювати прогнози для різноманітних часових рядів, включаючи ціни криптовалют. Цей інструмент є стійким до відсутності даних і непогано справляється з викидами. Бібліотека багато в чому успадковує «стиль» Sklearn зі своїми `fit` та `predict`.

Prophet дозволяє в автоматичному режимі створювати адитивні моделі часового ряду, які мають високу точність прогнозу [29]:

$$Y(t) = T(t) + S_y(t) + S_w(t) + H(t) + E(t), \quad (2.1)$$

де $T(t)$ – тренд;

$S_y(t)$ – річна сезонна компонента;

$S_w(t)$ – тижнева сезонна компонента;

$H(t)$ – компонента «святкових» днів;

$E(t)$ – залишкова компонента.

В основі закладеної методології лежить процедура підгонки адитивних регресійних моделей з перерахованими вище компонентами.

Тренд $T(t)$ – моделюється за допомогою кускової лінійної регресії або логістичної функції.

Кусково лінійна регресія враховує наявність суттєвих перепадів у тренді. Для кожного лінійного фрагменту будується рівняння лінійної регресії:

$$T(t) = a_0 + b \cdot t, \quad (2.2)$$

де a_0 та b – коефіцієнти, які підбираються шляхом підгону.

Формула логістичної функції:

$$T(t) = \frac{C}{1 + \exp(-k(t - b))}, \quad (2.3)$$

де C – пропускна спроможність;

k – швидкість росту;

b – параметр зсуву.

У ході підгонки моделі спрацьовує механізм регуляризації, який дозволяє обрати оптимальну кількість точок суттєвих перепадів у тренді та підібрати описані вище параметри.

Річна сезонність $S_y(t)$ моделюється як ряд Фур'є та відповідає за моделювання періодичних змін, пов'язаних із річними коливаннями.

$$S_y(t) = \sum_{i=1}^n \left(a_i \cdot \cos\left(\frac{2\pi n t}{P}\right) + b_i \cdot \sin\left(\frac{2\pi n t}{P}\right) \right), \quad (2.4)$$

де P – період сезонних коливань (для тижневої сезонності 7 днів, для року – 365,25 днів);

a_i та b_i – коефіцієнти, які визначаються шляхом підбору.

Підгонка сезонності вимагає оцінки $2n$ параметрів $\beta = [a_1, b_1, \dots, a_n, b_n]$. Це робиться шляхом побудови матриці векторів сезонності для кожного значення t в історичних і майбутніх даних.

Тижнева сезонність $S_w(t)$ відповідає за моделювання періодичних змін, пов'язаних із тижневими коливаннями. Моделюється з використанням індикаторної бінарної змінної, яка відповідає дням тижня:

[*Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday*].

Кожна позиція бінарного вектора може приймати значення 0 і 1 у залежності від дати. Ознака *Sunday*, яка відповідає сьомому дню тижня, не додається, тому що він буде лінійно залежати від інших днів тижня і це буде впливати на модель.

Компонента «святкових» днів $H(t)$ відповідає за аномальні дні, які пов'язані з офіційними святковими та вихідними днями а також іншими днями, під час яких властивості часового ряду можуть суттєво змінитись: спортивними чи культурними подіями, природними явищами тощо. Як і у випадку з днями тижня такі дні представлені в моделі у вигляді індикаторних бінарних змінних.

Залишкова компонента $E(t)$ – містить інформацію, яка не врахована моделлю.

Оцінювання параметрів моделі, що підганяється, виконується з використанням принципів байєсівської статистики або методом знаходження апостеріорного максимуму (MAP), або шляхом повного байєсівського виводу.

Бібліотека Prophet досить зручна, легко кастомізується, має можливість додавання заздалегідь відомих аномальних днів, тому її корисно використовувати для побудови прогнозу цін на криптовалюту. Оскільки прогнозування цін на криптовалюту не є простим у моделюванні. Часовий ряд зазвичай має складний тренд. Дисперсія його значень зростає з часом, мають місце різкі зміни рівнів, пов'язані з якимись невідомими особливими подіями.

2.7 API для отримання даних

API (Application Programming Interface) – це набір визначених правил, протоколів та інструментів, які сприяють взаємодії між різними програмами. Завдяки API розробники можуть створювати більш складні та функціональні програми, використовуючи вже наявні сервіси та програми [31].

У контексті аналізу криптовалютного ринку, API може використовуватися для отримання даних про ціни, обсяги торгів, інформацію про ринкову капіталізацію та інші показники з різних криптовалютних бірж. Це дозволяє системі швидко аналізувати та ідентифікувати тенденції на ринку, що є важливим для трейдерів, інвесторів та аналітиків криптовалют.

При розробці та використанні API для аналізу криптовалютного ринку важливо забезпечити простоту та надійність інтерфейсу. Це дозволить розробникам швидко і ефективно інтегрувати систему аналізу тенденцій у свої додатки та сервіси, а також забезпечить стабільну та безперебійну роботу системи в умовах змінного ринкового середовища.

Також важливо обирати відповідний тип API в залежності від конкретних потреб і характеристик системи. Наприклад, RESTful API може бути популярним вибором для отримання даних з криптовалютних бірж через стандартні HTTP-запити, тоді як SOAP може бути використаний для взаємодії з іншими типами фінансових сервісів через передачу XML-даних (рис. 2.3).

Використання API має як позитивні, так і негативні аспекти. Серед ключових переваг можна виділити:

- швидка розробка: використання готових API значно прискорює процес створення додатків та сервісів;
- економія ресурсів: Розробники можуть скористатися готовими API замість створення власних функцій та сервісів, що дозволяє зберегти ресурси та час;

– покращена функціональність: завдяки використанню API можна розширити можливості додатків та сервісів, додаючи нові функції та можливості.

Однак, існують і певні недоліки:

– обмеженість: використання API може бути обмеженим певними правилами та обмеженнями, встановленими розробниками додатків та сервісів;

– залежність від сторонніх сервісів: якщо програма або сервіс залежать від стороннього API, будь-які зміни в ньому можуть вплинути на роботу програми або сервісу;

– безпека: використання API може збільшити вразливість програм та сервісів до кібератак, якщо не будуть вжиті відповідні заходи захисту.

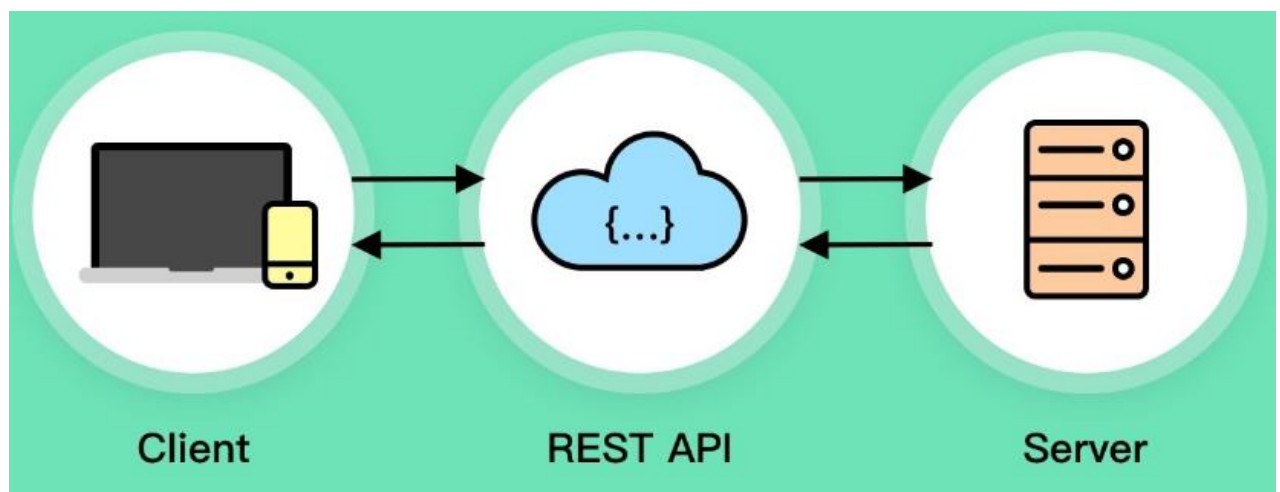


Рисунок 2.3 – Архітектура REST API [31]

В цілому, не зважаючи на деякі недоліки, API є важливим інструментом для розробки програм та сервісів, який дозволяє прискорити процес розробки, розширити функціональність та покращити користувацький досвід.

Використання API є необхідною складовою сучасної розробки, яка дозволяє розробникам створювати програми, що є більш потужними, гнучкими та зручними. Однією з ключових переваг використання API є можливість інтеграції різних сервісів та програм, що сприяє створенню продуктів, які є більш функціональними

та зручними для користувачів. Крім того, застосування API сприяє прискоренню процесу розробки та зменшенню витрат на створення та тестування програм.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було розглянуто та обґрунтовано вибір технологій та інструментальних засобів розробки системи аналізу тенденцій ринку криптовалют, застосування яких дозволяє створити потужну та ефективну платформу для аналізу, реалізувати потужний набір функціональності, поліпшує продуктивність та допомагає забезпечити ефективну і гнучку розробку.

Для розробки системи аналізу тенденцій ринку криптовалют обґрунтовано використання середовища розробки Visual Studio Code, яке є потужним інструментом для розробки вебзастосунків, підтримує обрані для розробки мови програмування та фрейворки, надає зручний інтерфейс, має розширену функціональність, редактор коду та інші корисні інструменти для аналізу ринку криптовалют.

Основною мовою для створення цього веб-додатку використовується мова програмування Python, спільно з бібліотеками та фрейворком, таким як Streamlit, для розробки веб-інтерфейсу. Python використовується для обробки даних, взаємодії з API, а також для аналізу та візуалізації даних про тенденції ринку криптовалют. Фрейворк Streamlit дозволяє легко створювати інтерактивні веб-додатки без необхідності в ручному написанні HTML або CSS коду.

Для реалізації динамічної функціональності та взаємодії з користувачем використовується мова програмування Python разом із фреймворком Streamlit. Streamlit дозволяє створювати інтерактивні веб-додатки за допомогою Python, включаючи взаємодію з користувачем та відображення даних у вигляді графіків та таблиць. За використанням фрейворку Streamlit розробляється інтерактивний веб-інтерфейс для візуалізації даних. Цей інтерфейс дозволяє користувачам легко взаємодіяти з вхідним набором даних, представленим у вигляді графіків, таблиць та інших візуальних елементів. Для побудови графіків використовується бібліотека

Plotly Express, яка надає зручні інструменти для створення інтерактивних візуалізацій у веб-додатку.

Для збирання та обробки даних використовується бібліотека Pandas, яка дозволяє ефективно завантажувати, фільтрувати та аналізувати вхідні дані, забезпечуючи широкий спектр можливостей для маніпулювання даними, що дозволяє легко підготувати дані для відображення в інтерактивному інтерфейсі. Оптимізація коду досягнута завдяки ретельній розробці та використанню ефективних алгоритмів для обробки даних і побудови візуалізацій. Було мінімізовано зайві операції та оптимізовані алгоритми обробки даних з метою забезпечення швидкодії та продуктивності застосунку. Передача даних між клієнтом та сервером забезпечується за допомогою бібліотеки Requests, яка дозволяє здійснювати HTTP-запити для обміну даними, що робить застосунок більш масштабованим та дозволяє взаємодіяти з іншими системами або сервісами для отримання додаткових даних або ресурсів.

Всі ці аспекти технологічного стеку сприяють створенню потужної, ефективної та гнучкої системи для аналізу та візуалізації тенденцій ринку криптовалют, що задовольняє потреби як розробників, так і кінцевих користувачів.

3 ПРОЄКТУВАННЯ І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕНДЕНЦІЙ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

3.1 Основні етапи створення системи аналізу криптовалютного ринку

На етапі проектування розроблено діаграму станів та переходів системи аналізу тенденцій ринку криптовалют (рис. 3.1).

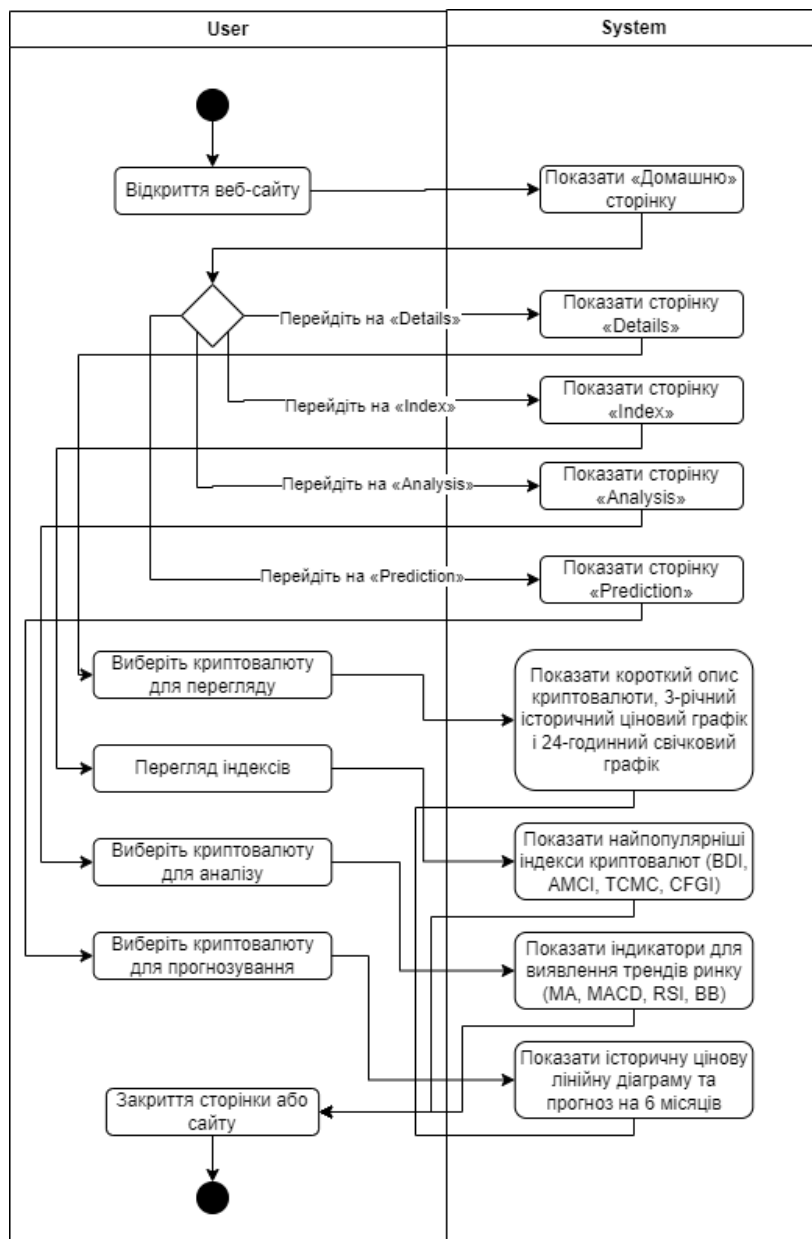


Рисунок 3.1 – Діаграма станів та переходів

Основна частина функціональності системи полягає в аналізі тенденцій ринку криптовалют та побудові прогнозних моделей для криптовалют.

На початку роботи із системою користувач відкриває вебзастосунок, після чого система завантажує домашню сторінку. З домашньої сторінки користувач може перейти до сторінок «Details», «Index», «Analysis» або «Prediction» для яких було створено діаграму класів (рис. 3.2).

На сторінці «Details» користувач має можливість вибрати конкретну криптовалюту для перегляду. Система надає трирічний історичний ціновий графік і 24-годинний свічковий графік. Це дозволяє користувачу отримати базову інформацію про вибрану криптовалюту та її нещодавню динаміку.

На сторінці «Index» користувач може переглядати різні індекси криптовалют. Система показує найпопулярніші індекси, такі як BDI (Bitcoin Dominance Index), AMCI (Altcoin Market Capitalization Index), TCMC (Total Cryptocurrency Market Capitalization), та CFGI (Crypto Fear and Greed Index). Це дозволяє користувачу отримати загальний огляд ринку та його основні тренди.

На сторінці «Analysis» користувач вибирає криптовалюту для детального аналізу. Система надає індикатори для виявлення трендів ринку, такі як ковзні середні (MA), індикатор конвергенції/дивергенції ковзних середніх (MACD), індекс відносної сили (RSI) та смуги Боллінджера (BB). Ці індикатори допомагають користувачу зрозуміти поточні ринкові умови та потенційні майбутні рухи.

На сторінці «Prediction» користувач може вибрати криптовалюту для прогнозування. Система показує історичну цінову лінійну діаграму та прогноз на шість місяців. Прогноз базується на аналізі часових рядів і враховує історичні дані та тренди для створення моделі прогнозування. Це дозволяє користувачу отримати прогноз на майбутнє для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

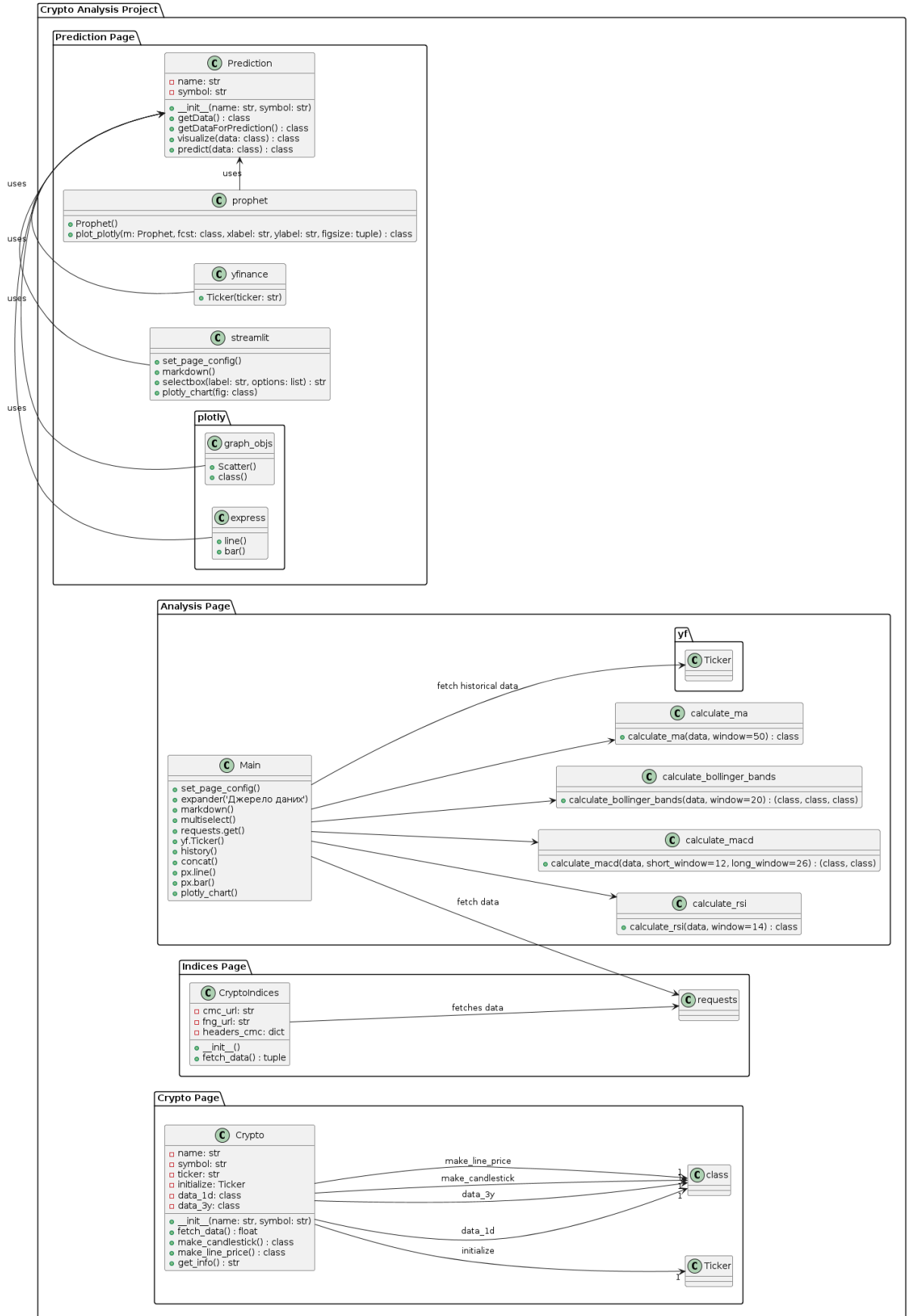


Рисунок 3.2 – Діаграма класів застосунку

Після вибору криптовалют відбувається отримання відповідних даних через API від CoinMarketCap за допомогою HTTP-запиту. Для кожної обраної криптовалюти отримуються дані про ринкову капіталізацію, які використовуються для подальшої візуалізації, а також історичні дані цін з сервісу Yahoo Finance. Для отриманих історичних даних розраховуються технічні індикатори, такі як RSI, MACD, ковзні середні та лінії Боллінджера. Ці індикатори використовуються для аналізу руху цін та виявлення трендів на ринку.

Відображаються графіки, що відображають порівняльні дані цін та ринкової капіталізації для обраних криптовалют, а також графіки для кожного з технічних індикаторів. Це дозволяє користувачеві візуально оцінити динаміку цін та поведінку ринку для обраних криптовалют і зробити висновки щодо їхньої поточної ситуації та майбутнього руху.

Все це допомагає користувачам візуально оцінити динаміку цін та поведінку ринку для обраних криптовалют і приймати обґрунтовані інвестиційні рішення. Після завершення роботи користувач може закрити сайт, знаючи, що мав доступ до інструментів для глибокого аналізу тенденцій ринку криптовалют.

3.2 Програмна розробка системи

Програмна реалізація здійснювалася у середовищі розробки Visual Studio Code з використанням мови програмування Python та спеціальних бібліотек.

Почнемо опис з файлової структури. Є 3 файли і 1 папка під назвою «сторінки», яка також містить 4 файли.

Основним файлом системи є файл Home, який є головною сторінкою системи аналізу тенденцій ринку криптовалют. Загальна структура програми зображена на рисунку 3.3.

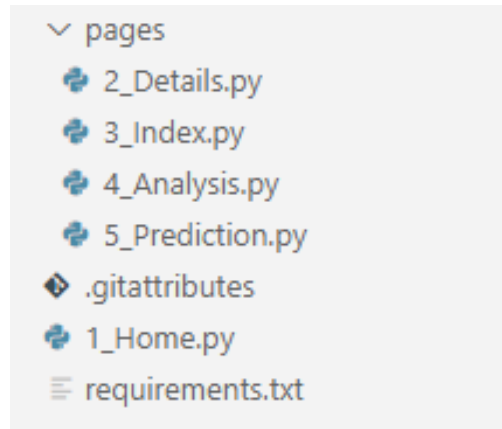


Рисунок 3.3 – Загальна структура файлів програми

З домашньої сторінки можна перейти на сторінки «Details», «Index», «Analysis» або «Prediction». Усі сторінки інтегровані за допомогою фреймворку Streamlit. За допомогою `import streamlit as st` створюється інтерфейс, де користувач може переходити між сторінками «Details», «Index», «Analysis» та «Prediction». На кожній сторінці відображається відповідна інформація про криптовалюту: на «Details» – опис і графіки, на «Index» – ринкові індекси, на «Analysis» – технічні індикатори для аналізу, а на «Prediction» – прогнози. Це забезпечує зручний і інтерактивний доступ до різних видів даних про криптовалюту.

Основні функції та їх призначення описано у таблиці 3.1. Розглянемо їх більш детально.

Таблиця 3.1 – Назва функцій та їх призначення

Назва функції	Призначення
<code>fetch_data</code>	Отримує останню ціну криптовалюти з використанням API CoinMarketCap
<code>make_candlestick</code>	Створює свічковий графік за останні 24 години цін на криптовалюту
<code>make_line_price</code>	Створює лінійний графік, який показує ціну криптовалюти протягом останніх трьох років

Закінчення таблиці 3.1

get_info	Отримує опис криптовалюти з використанням бібліотеки yfinance
calculate_rsi	Обчислює значення індексу відносної сили (RSI) для виявлення перекупленості/перепроданості ринку
calculate_macd	Обчислює значення індикатора конвергенції/дивергенції ковзних середніх (MACD)
calculate_bollinger_bands	Обчислює значення ліній Боллінджера (верхньої, середньої та нижньої)
calculate_ma	Обчислює значення ковзної середньої (MA) для визначення загальної напрямку тренду на ринку
getData	Отримує історичні дані про ціни криптовалюти за останні роки
getDataForPrediction	Отримує дані для прогнозування цін криптовалюти за останні роки
visualize	Створює графік цін криптовалюти за останні роки
predict	Прогнозує ціни криптовалюти
evaluate_model	Обчислює три основні метрики для оцінки прогнозів

Функція `st.set_page_config()` встановлює конфігурацію сторінки для вебзастосунку Streamlit, включаючи заголовок, іконку, стан бічної панелі та розташування елементів на сторінці (рис. 3.4) (додаток А). У даному випадку, вона встановлює заголовок "Home", розгорнуту бічну панель та центрує всі елементи на сторінці.

Функція `st.markdown()` фреймворку Streamlit дозволяє відображати HTML-розмітку в застосунку (рис. 3.5). Це можна використати, наприклад, для створення стилізованих заголовків з фоновим кольором та текстом або для застосування CSS для задання зображення фону для застосунку (додаток А).

```
st.set_page_config(
    page_title="Home",
    page_icon="🏠",
    initial_sidebar_state="expanded",
    layout='centered'
)
```

Рисунок 3.4 – Функція st.set_page_config

```
st.markdown(
    """
    <div style='background-color: #464e5f; padding: 20px; border-radius: 50px; width: 100%;'>
    | <h1 style='color: white; text-align: center;'>Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют</h1>
    </div>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)

st.markdown(
    """
    <style>
    .stApp {
    | background-image: url('https://img.freepik.com/premium-vector/business-candle-stick-graph-chart-stock-market-investmer
    | background-size: cover;
    | background-repeat: no-repeat;
    }
    </style>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)
```

Рисунок 3.5 – Функція st.markdown

Функція `st.sidebar.expander()` створює розгортальник у бічній панелі інтерфейсу користувача (додаток А). У даному випадку назва розгортальника задана як 'Джерело даних'. Метод `.write()` використовується для встановлення вмісту розгортальника, який у цьому випадку містить посилання на веб-сайт CoinMarketCap з підписом "Джерело даних" (рис. 3.6).

```
sources = st.sidebar.expander('Джерело даних')
sources.write(''[CoinMarketCap](https://coinmarketcap.com/uk/)'')
```

Рисунок 3.6 – Функція st.sidebar.expander

Функція `__init__` ініціалізує об'єкт класу з заданими параметрами `name` і `symbol` (додаток Б), та отримує фінансові дані для вказаного активу в форматі USD

за останній день та за останні три роки (інтервал один день) за допомогою бібліотеки `yfinance` (рис. 3.7).

```
class Crypto:
    def __init__(self, name, symbol):
        self.__name = name
        self.__symbol = symbol
        self.ticker = symbol + "-USD"
        self.initialize = yf.Ticker(self.ticker)
        self.data_1d = self.initialize.history(period="1d", interval="5m")
        self.data_3y = self.initialize.history(period="3y", interval="1d")
```

Рисунок 3.7 – Функція `__init__`

Функція `fetch_data` для сторінки «Details», використовує API від CoinMarketCap для отримання останньої ціни криптовалюти в доларах США за символом, який зберігається у полі `__symbol` класу (рис. 3.8). Вона складає URL-адресу запити, додаючи параметри `symbol`, який визначається для конкретної криптовалюти (додаток Б). Після цього вона виконує GET-запит, включаючи необхідні заголовки, такі як ключ API та формат прийняття. Після отримання відповіді в форматі JSON, функція повертає ціну криптовалюти в доларах США.

```
def fetch_data(self):
    url = f"https://pro-api.coinmarketcap.com/v1/cryptocurrency/quotes/latest"
    parameters = {
        'symbol': self.__symbol
    }
    headers = {
        'Accepts': 'application/json',
        'X-CMC_PRO_API_KEY': '95fc1a6d-625d-4aae-9ecb-af3e92d8a300',
    }
    response = requests.get(url, headers=headers, params=parameters)
    data = response.json()
    return data['data'][self.__symbol]['quote']['USD']['price']
```

Рисунок 3.8 – Функція `fetch_data(Details)`

Функція `make_candlestick` створює свічковий графік на основі фінансових даних за останній день (додаток Б). Вона використовує бібліотеку `plotly.graph_objects`, щоб створити об'єкт графіку `fig`, до якого додається свічковий графік за допомогою методу `add_trace`, використовуючи дані відкриття, максимуму, мінімуму та закриття (рис. 3.9).

```
def make_candlestick(self):
    fig = go.Figure()

    fig.add_trace(go.Candlestick(x=self.data_1d.index,
                                open=self.data_1d['Open'],
                                high=self.data_1d['High'],
                                low=self.data_1d['Low'],
                                close=self.data_1d['Close'], name = 'market data'))

    fig.update_layout(
        title=self.__name + ' - 24-годинний свічковий графік',
        yaxis_title=self.__name + ' Price (in US Dollars)'
    )

    fig.update_xaxes(
        rangeslider_visible=True,
        rangeselector=dict(
            buttons=list([
                dict(count=15, label="15m", step="minute", stepmode="backward"),
                dict(count=45, label="45m", step="minute", stepmode="backward"),
                dict(count=1, label="HTD", step="hour", stepmode="todate"),
                dict(count=6, label="6h", step="hour", stepmode="backward"),
                dict(step="all")
            ])
        )
    )

    cs = fig.data[0]

    cs.increasing.fillcolor = '#3D9970'
    cs.increasing.line.color = '#3D9970'
    cs.decreasing.fillcolor = '#FF4136'
    cs.decreasing.line.color = '#FF4136'

    return fig
```

Рисунок 3.9 – Функція `make_candlestick`

Функція `make_line_price` перетворює дані за останні три роки в `DataFrame` із скиданням індексу для обробки (додаток Б). Потім числові колонки (відкриття, максимум, мінімум, закриття) конвертуються у тип `float64`. На основі цих даних створюється лінійний графік, де по осі `x` відображається дата, а по осі `y` -

максимальна ціна. Після цього встановлюється заголовок графіку та підписи осей (рис. 3.10).

```
def make_line_price(self):
    df = self.data_3y.reset_index()
    for i in ['Open', 'High', 'Close', 'Low']:
        df[i] = df[i].astype('float64')

    fig = go.Figure([go.Scatter(x=df['Date'], y=df['High'])])

    fig.update_layout(
        title=self.__name + ' - Діаграма за 3 роки',
        yaxis_title=self.__name + ' Price (in US Dollars)'
    )

    fig.update_xaxes(
        rangelslider_visible=True,
        rangeselector=dict(
            buttons=list([
                dict(count=1, label="1mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=6, label="6mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=1, label="YTD", step="year", stepmode="todate"),
                dict(count=1, label="1y", step="year", stepmode="backward"),
                dict(step="all")
            ])
        )
    )

    return fig
```

Рисунок 3.10 – Функція make_line_price

Функція fetch_data для сторінки «Index», отримує дані щодо домінування біткоїна, домінування альткоїнів та індексу загального ринкового капіталу з веб-ресурсу CoinMarketCap за допомогою HTTP-запитів (додаток В). Спочатку вона виконує запит до СМС API, використовуючи URL та заголовки, передані в аргументах функції. Після цього вона розшифровує відповідь у форматі JSON та отримує значення домінування біткоїна, домінування альткоїнів та загальний ринковий індекс. Далі, вона виконує запит до іншого веб-ресурсу для отримання значення індексу Fear and Greed (CFGI) і також розшифровує цей відповідь у форматі JSON. Після успішного отримання усіх необхідних даних, вона повертає ці значення як кортеж: домінування біткоїна, домінування альткоїнів, загальний ринковий індекс та індекс Fear and Greed (рис. 3.11).

```
def fetch_data(self):
    response_cmc = requests.get(self.cmc_url, headers=self.headers_cmc)
    data_cmc = response_cmc.json()
    bitcoin_dominance = data_cmc['data']['btc_dominance']
    altcoin_dominance = data_cmc['data']['eth_dominance']
    market_cap_index = data_cmc['data']['quote']['USD']['total_market_cap']

    response_fng = requests.get(self.fng_url)
    data_fng = response_fng.json()
    fng_index = int(data_fng['data'][0]['value'])

    return bitcoin_dominance, altcoin_dominance, market_cap_index, fng_index
```

Рисунок 3.11 – Функція fetch_data(Index)

Функція calculate_rsi обчислює індикатор відносної сили (RSI) для переданих даних фінансового інструменту, за замовчуванням використовуючи період у 14 днів (рис. 3.12). RSI допомагає визначити стан перекупленості або перепроданості ринку, аналізуючи зміни цін у певному часовому проміжку (додаток Г). Спершу функція обчислює зміну ціни (delta), далі розділяє її на позитивні (gain) і негативні (loss) зміни, які обчислюються як середні за визначений період.

На основі відношення цих середніх змін (rs) розраховується RSI за формулою $100 - (100 / (1 + rs))$, що повертає значення RSI для подальшого аналізу.

```
def calculate_rsi(data, window=14):
    delta = data["Close"].diff()
    gain = (delta.where(delta > 0, 0)).rolling(window=window).mean()
    loss = (-delta.where(delta < 0, 0)).rolling(window=window).mean()
    rs = gain / loss
    rsi = 100 - (100 / (1 + rs))
    return rsi
```

Рисунок 3.12 – Функція calculate_rsi

Функція calculate_macd розраховує рухомий середній конвергенції-дивергенції (MACD), що є трендовим індикатором, використовуваним для виявлення змін в силі, напрямку, імпульсі та тривалості тренда ціни (рис. 3.13). Для цього використовуються дві експоненціально зважені середні (ЕМА):

короткострокова (`short_window`, за замовчуванням 12 днів) та довгострокова (`long_window`, за замовчуванням 26 днів). MACD обчислюється як різниця між цими двома ЕМА. Далі розраховується сигналова лінія, яка є ЕМА від MACD за період 9 днів. Обидва значення, MACD та сигналова лінія, повертаються для подальшого використання у технічному аналізі (додаток Г).

```
def calculate_macd(data, short_window=12, long_window=26):  
    short_ema = data['Close'].ewm(span=short_window, min_periods=1, adjust=False).mean()  
    long_ema = data['Close'].ewm(span=long_window, min_periods=1, adjust=False).mean()  
    macd = short_ema - long_ema  
    signal_line = macd.ewm(span=9, min_periods=1, adjust=False).mean()  
    return macd, signal_line
```

Рисунок 3.13 – Функція `calculate_macd`

Функція `calculate_bollinger_bands` визначає Боллінджеріві смуги для даних фінансового інструменту, за замовчуванням використовуючи період у 20 днів (додаток Г). Боллінджеріві смуги складаються з середнього ковзного значення (`rolling_mean`) та двох стандартних відхилень (`rolling_std`) від цього середнього, що утворюють верхню (`upper_band`) та нижню (`lower_band`) смуги. Ці смуги використовуються для визначення відносної висоти або низькості ціни активу щодо попередніх торгових періодів, що може допомогти виявити потенційні точки входу або виходу з ринку (рис. 3.14).

Функція `calculate_ma` обчислює просте ковзне середнє (МА) для переданих даних фінансового інструменту за певний період, який за замовчуванням становить 50 днів (рис. 3.15). Ковзне середнє є індикатором, який згладжує коливання цін, щоб легше було ідентифікувати напрямок тренду (додаток Г). Це досягається шляхом обчислення середнього значення ціни закриття активу за визначений період. Результат є серією середніх значень, яка може бути використана для технічного аналізу, допомагаючи трейдерам приймати обґрунтовані рішення на основі історичних даних.


```
def calculate_bollinger_bands(data, window=20):
    rolling_mean = data['Close'].rolling(window=window).mean()
    rolling_std = data['Close'].rolling(window=window).std()
    upper_band = rolling_mean + (rolling_std * 2)
    lower_band = rolling_mean - (rolling_std * 2)
    return rolling_mean, upper_band, lower_band
```

Рисунок 3.14 – Функція calculate_bollinger_bands

```
def calculate_ma(data, window=50):
    return data['Close'].rolling(window=window).mean()

for crypto in selected:
    crypto_data = data['data'][crypto]
    market_cap = crypto_data['quote']['USD']['market_cap']
    marketcap_list.append(market_cap)

    ticker = yf.Ticker(crypto + '-USD')
    hist = ticker.history(period='5y', interval='1d')
    hist['RSI'] = calculate_rsi(hist)
    hist['50MA'] = calculate_ma(hist, window=50)
    hist['200MA'] = calculate_ma(hist, window=200)
    hist['MACD'], hist['Signal Line'] = calculate_macd(hist)
    hist['Rolling Mean'], hist['Upper Band'], hist['Lower Band'] = calculate_bollinger_bands(hist)
    hist['Name'] = crypto
    dataframe_list.append(hist)
```

Рисунок 3.15 – Функція calculate_ma

Функція `getData` використовується для отримання історичних даних про фінансовий інструмент за останні три роки з інтервалом у один день (додаток Д). Вона формує символ тикера (`ticker`) шляхом додавання до атрибуту `symbol` суфікса `"-USD"`, що вказує на валюту торгівлі. Далі за допомогою бібліотеки `yfinance` функція ініціалізує об'єкт тикера та завантажує історичні дані. Після цього дані перетворюються таким чином, щоб стовпчик дати (`Date`) мав формат `datetime` та містив лише дату без часу. Функція повертає підготовлені дані у вигляді датафрейму для подальшого використання в аналізі або візуалізації (рис. 3.16).

Функція `getDataForPrediction` також отримує історичні дані про фінансовий інструмент за останні три роки з інтервалом у один день, аналогічно до функції `getData` (додаток Д). Після завантаження та обробки дати, вона перейменовує стовпці датафрейму: стовпчик `"Date"` змінюється на `"ds"`, а стовпчик `"Close"` – на

"у" (рис. 3.17). Ці нові назви використовуються моделлю Prophet для прогнозування, що вимагає специфічного формату вхідних даних. Функція повертає підготовлений датафрейм для подальшого використання у прогнозуванні цінового руху.

```
def getData(self):
    ticker = self.symbol + "-USD"
    initialize = yf.Ticker(ticker)
    data = initialize.history(period='3y', interval='1d')
    data.reset_index(inplace=True)
    data['Date'] = pd.to_datetime(data['Date'])
    data['Date'] = data['Date'].dt.date
    return data
```

Рисунок 3.16 – Функція getData

```
def getDataForPrediction(self):
    ticker = self.symbol + "-USD"
    initialize = yf.Ticker(ticker)
    data = initialize.history(period='3y', interval='1d')
    data.reset_index(inplace=True)
    data['Date'] = pd.to_datetime(data['Date'])
    data['Date'] = data['Date'].dt.date
    data = data.rename(columns={"Date": "ds", "Close": "y"})
    return data
```

Рисунок 3.17 – Функція getDataForPrediction

Функція visualize відповідає за створення візуалізації даних за допомогою бібліотеки Plotly (рис. 3.18). Вона перетворює числові значення у стовпцях 'Open', 'High', 'Close', 'Low' на тип float64 для забезпечення коректності обчислень та відображення (додаток Д). Далі створюється графік (fig) зі значеннями ціни 'High' по осі Y та датою по осі X. Графік налаштовується з додаванням повзунка (rangeslider) для вибору діапазону дат та кнопок для швидкого вибору різних

періодів (1 місяць, 6 місяців, рік тощо). Функція повертає готовий інтерактивний графік для відображення даних.

```
def visualize(self,data):
    for i in ['Open', 'High', 'Close', 'Low']:
        data[i] = data[i].astype('float64')

    fig = go.Figure([go.Scatter(x=data['Date'], y=data['High'])])

    fig.update_layout(
        yaxis_title = 'Price (in US Dollars)'
    )

    fig.update_xaxes(
        rangelslider_visible=True,
        rangeselector=dict(
            buttons=list([
                dict(count=1, label="1mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=6, label="6mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=1, label="YTD", step="year", stepmode="todate"),
                dict(count=1, label="1y", step="year", stepmode="backward"),
                dict(step="all")
            ])
        )
    )

    return fig
```

Рисунок 3.18 – Функція visualize

Функція predict використовує бібліотеку Prophet для прогнозування майбутніх значень цінового руху фінансового інструменту (рис. 3.19). Спершу модель Prophet ініціалізується та навчається на переданих даних, які мають відповідний формат (з колонками "ds" та "y") (додаток Д). Після навчання моделі створюється датафрейм з майбутніми датами на 180 днів вперед. Модель пророкує значення для цього періоду, а отримані прогнози візуалізуються за допомогою функції plot_plotly, що створює графік з передбаченими значеннями.

Функція evaluate_model (додаток Д) обчислює три основні метрики помилки для оцінки точності прогнозів моделі (рис. 3.20).

```
def predict(self, data):  
    model = Prophet()  
    model.fit(data)  
  
    future = model.make_future_dataframe(periods=180)  
    prediction = model.predict(future)  
  
    fig = plot_plotly(m=model, fcst=prediction, xlabel='Date', ylabel='Closing Price (in USD)', figsize=(700,500))  
    return fig
```

Рисунок 3.19 – Функція predict

```
def evaluate_model(self, data, prediction):  
    true_data = data[-len(prediction):]['y'].values  
    predicted_data = prediction['yhat'][-len(true_data):].values  
  
    mae = np.mean(np.abs(true_data - predicted_data))  
    mse = np.sqrt(np.mean((true_data - predicted_data) ** 2))  
    mape = np.mean(np.abs((true_data - predicted_data) / true_data)) * 100  
  
    metrics = pd.DataFrame({  
        "Metric": ["MAE", "MSE", "MAPE"],  
        "Value": [mae, mse, mape]  
    })  
    return metrics
```

Рисунок 3.20 – Функція evaluate_model

MAE показує середню абсолютну різницю між істинними та прогнозованими значеннями, MSE враховує квадрати різниць, що робить її чутливою до великих помилок, а MAPE виражає помилку у відсотках від істинних значень, що зручно для порівняння помилок при різних масштабах даних.

3.3 Збірка проєкту

Вебзастосунок інтелектуальної системи аналізу тенденцій ринку криптовалют складається з декількох сторінок, створених за допомогою Streamlit. Кожна сторінка виконує певні функції, пов'язані з аналізом ринку криптовалют. Цей підхід дозволяє користувачам отримувати доступ до різноманітної інформації,

включаючи реальні ціни, історичні дані та прогнозні моделі, в інтерактивному форматі. Структура сторінок забезпечує зручний перехід між різними розділами аналізу, дозволяючи користувачам легко знаходити необхідні дані та функції.

Streamlit використовується для створення інтерактивних веб-сторінок, що дозволяє користувачам легко взаємодіяти з даними. Завдяки простому та інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, навіть користувачі без технічної підготовки можуть ефективно використовувати інструменти для аналізу криптовалют. Streamlit надає можливість швидко візуалізувати великі обсяги даних, що робить аналіз більш наочним та зрозумілим. Наприклад, графіки та діаграми, що автоматично оновлюються при зміні параметрів, дозволяють користувачам швидко оцінювати тренди та робити висновки на основі актуальних даних.

Код структуровано так, що його легко розширювати та підтримувати, додаючи нові функціональні можливості та інтеграції з іншими сервісами. Наприклад, можна легко додати нові сторінки з аналізом або інтегруватися з API для отримання актуальних даних в режимі реального часу. Такий підхід забезпечує гнучкість та масштабованість проекту, дозволяючи адаптуватися до змін у світі криптовалют та запитів користувачів.

Для зручності управління кодом використовується модульна структура, де кожна сторінка реалізована як окремий модуль або файл (рис. 3.21). Це дозволяє розробникам працювати над різними частинами проекту незалежно, полегшуючи процес тестування та налагодження.

Крім того, використання стандартних практик програмування та документації сприяє зрозумілості та підтримуваності коду, забезпечуючи легкий доступ до оновлень та нових функцій.

Завдяки такій структурі проект може легко адаптуватися до змінних умов ринку та вимог користувачів. Постійне оновлення даних та функцій забезпечує актуальність та корисність інструменту для широкого кола користувачів, від індивідуальних інвесторів до професійних аналітиків.

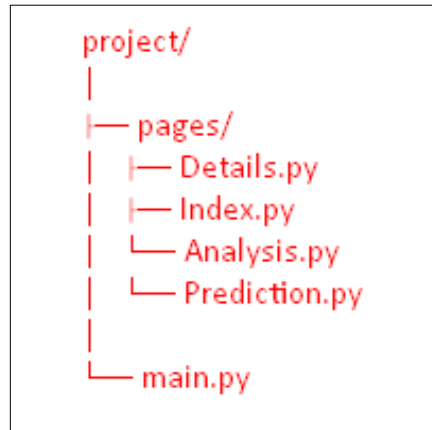


Рисунок 3.21 – Модульна структура

3.4 Інтерфейс системи. Аналіз тенденцій та прогнозування цін

Початкова сторінка розробленої інтелектуальної системи аналізу тенденцій ринку криптовалют (рис. 3.22). На ній одразу можна побачити, які можливості для дослідження та аналізу тенденцій ринку криптовалют надає застосунок.

Зліва розміщена бічна панель із вибором потрібної сторінки для аналізу ринку.

Сторінки застосунку для аналізу ринку:

- сторінка (Details): графіки, що дозволяють дослідити динаміку цін на різних криптовалютних ринках;
- сторінка (Index): ринкові індекси, які відображають загальну динаміку ринку;
- сторінка (Analysis): технічні індикатори, які допомагають в аналізі тенденцій та виявленні можливих сигналів купівлі або продажу криптовалют;
- сторінка (Prediction): прогнози щодо подальшого руху цін на ринку криптовалют.

На кожній сторінці система автоматизовано здійснює побудову графіків, індексів та індикаторів тенденцій ринку криптовалют. Для досягнення цього використовується API CoinMarketCap та API Yahoo Finance (рис. 3.23).

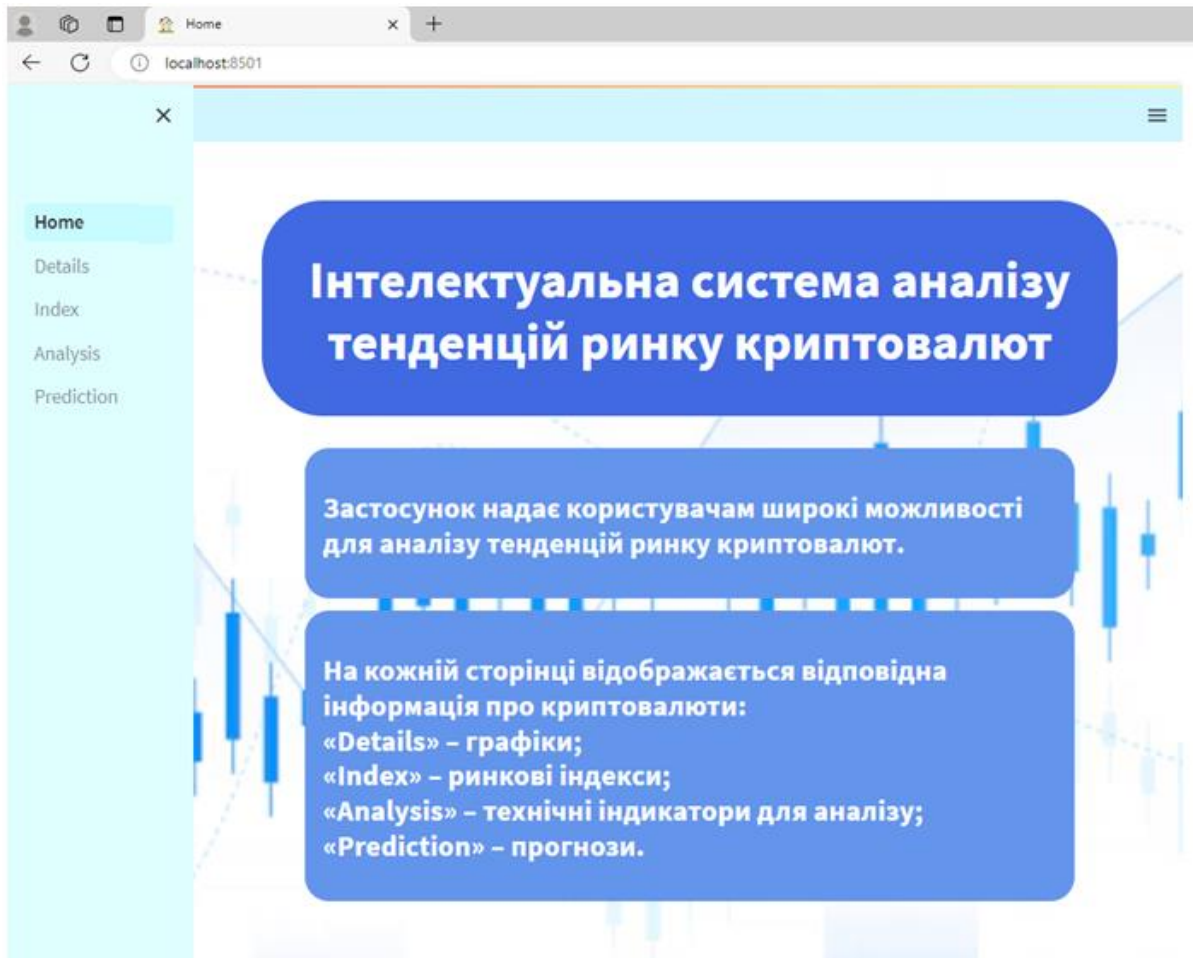


Рисунок 3.22 – Початкова сторінка системи

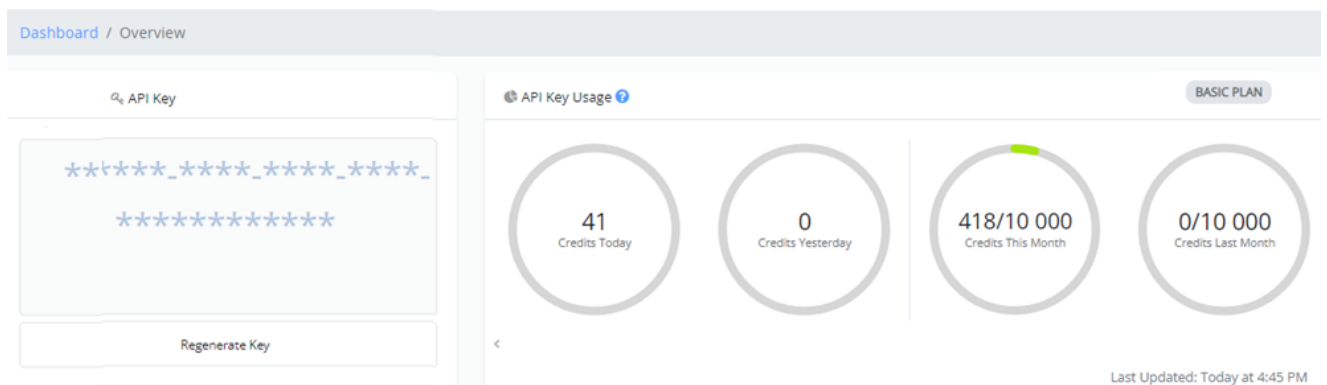


Рисунок 3.23 – API CoinMarketCap

Для використання API CoinMarketCap програма формує URL-адресу запиту, встановлює параметри та ключ API, і відправляє GET-запит на сервер CoinMarketCap за допомогою бібліотеки requests. Після отримання відповіді дані

обробляються у форматі JSON, а потрібна інформація, така як поточна ціна криптовалюти, витягується.

Для використання API Yahoo Finance програма встановлює зв'язок за допомогою бібліотеки `yfinance`, використовуючи символ криптовалюти. Потім отримуються історичні дані про ціни криптовалюти за останні 3 роки, а також дані за останні 24 години з інтервалом 5 хвилин.

Після отримання даних на сторінці «Details» користувач має можливість вибрати конкретну криптовалюту для перегляду (рис. 3.24). Система надає трирічний історичний ціновий графік і 24-годинний свічковий графік. Це дозволяє користувачу отримати базову інформацію про вибрану криптовалюту та її нещодавню динаміку.

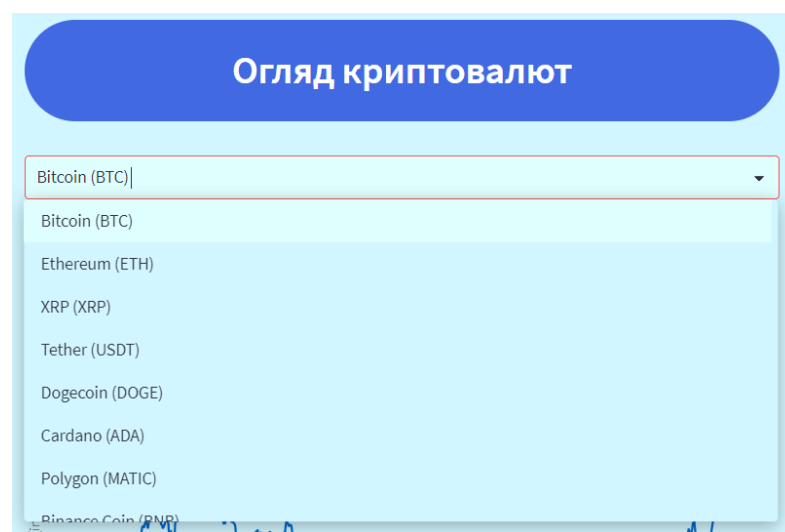


Рисунок 3.24 – Вибір конкретної криптовалюти

Трирічний історичний ціновий графік обраної криптовалюти (рис. 3.25), що дозволяє оцінити її довгострокову динаміку ціни. Цей графік надає користувачеві можливість виявити тенденції та патерни в ціновій динаміці криптовалюти протягом тривалого періоду часу.

24-годинний свічковий графік обраної криптовалюти (рис. 3.26). Цей графік відображає коливання цін упродовж останніх 24 годин, з дискретними свічками,

що представляють ціну відкриття, максимальну, мінімальну та закриття за кожен період часу. Аналізуючи такий графік, користувач може спостерігати за короткостроковою динамікою ціни криптовалюти, виявляти тенденції та визначати можливі патерни, що можуть бути корисними для трейдінгу або інвестування.



Рисунок 3.25 – Трирічний історичний ціновий графік



Рисунок 3.26 – 24-годинний свічковий графік

Далі на сторінці «Index» доступні різноманітні індекси криптовалют для перегляду. Система аналізу ринку криптовалют відображає найбільш популярні

індекси, такі як BDI (Bitcoin Dominance Index), AMCI (Altcoin Market Capitalization Index), TCMC (Total Cryptocurrency Market Capitalization) та CFGI (Crypto Fear and Greed Index). Це дозволяє користувачам отримати загальний нарис ринку та його основні тенденції.

Індекс загальної ринкової капіталізації криптовалют (TCMC) є схожим на BDI, відображаючи загальну ринкову капіталізацію всіх криптовалют разом (рис. 3.27). Індекс домінування Bitcoin (BDI) показує відносний вплив Bitcoin на весь ринок криптовалют, вимірюючи частку ринкової капіталізації Bitcoin у відсотках від загальної ринкової капіталізації всіх криптовалют (рис. 3.28).



Рисунок 3.27 – Total Cryptocurrency Market Cap Index (TCMC)

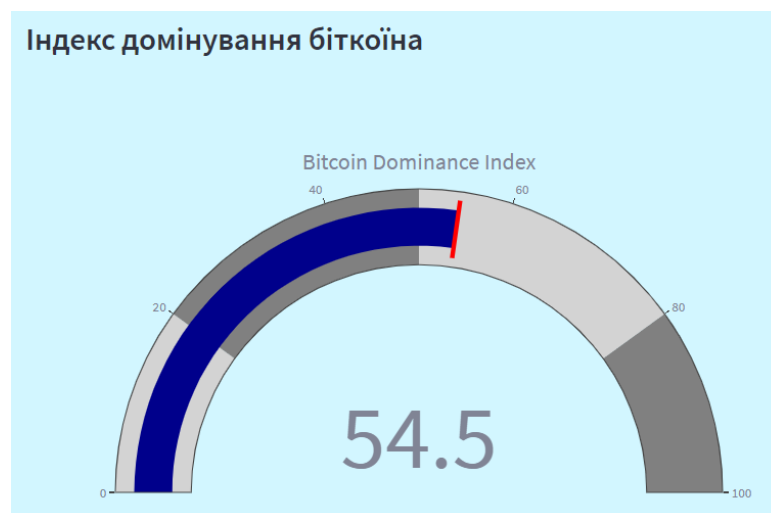


Рисунок 3.28 – Bitcoin Dominance Index (BDI)

Індекс ринкової капіталізації альткоїнів (AMCI) вимірює ринкову капіталізацію всіх альткоїнів (всіх криптовалют, крім Bitcoin) відносно загальної ринкової капіталізації криптовалютного ринку (рис. 3.29).

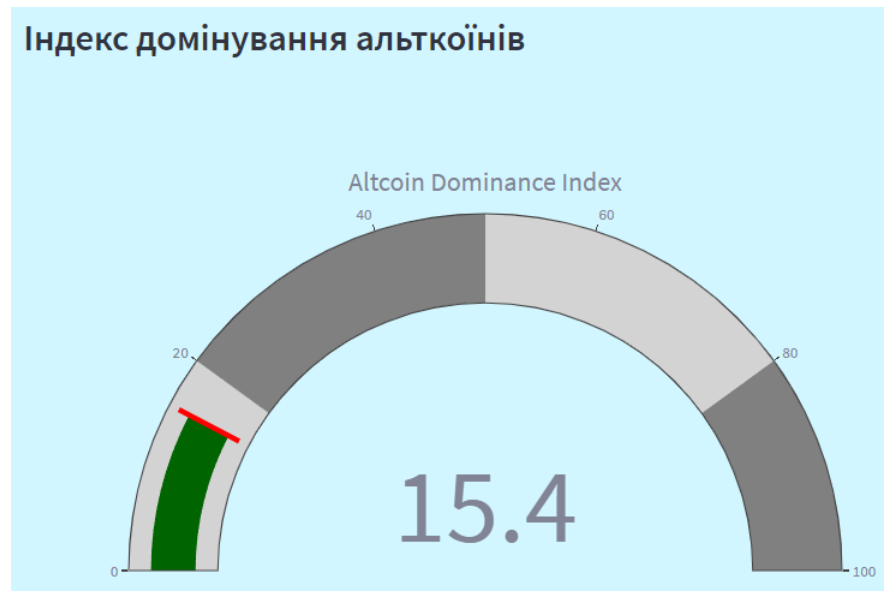


Рисунок 3.29 – Altcoin Market Cap Index (AMCI)

Індекс страху та жадібності криптовалют (CFGI) визначає рівень “страху” або “жадібності” на ринку криптовалют, допомагаючи інвесторам оцінити настрої ринку (рис. 3.30).



Рисунок 3.30 – Crypto Fear and Greed Index (CFGI)

Для початку на сторінці «Analysis» користувач вибирає криптовалюту та може порівняти ціни та капіталізацію для аналізу, а вже потім використовувати індикатори для виявлення тенденцій ринку криптовалют.

Функція порівняння цін дозволяє обрати декілька криптовалют з переліку найбільш популярних і аналізувати їх історичні дані за допомогою графіків, створених бібліотекою plotly (рис. 3.31). Графіки показують зміну цін закриття обраних криптовалют за останні п'ять років, що дає змогу користувачам зрозуміти динаміку ринку.



Рисунок 3.31 – Порівняння цін

Для порівняння ринкової капіталізації, застосунок використовує API CoinMarketCap для отримання актуальних даних про капіталізацію обраних

криптовалют, що відображається у вигляді стовпчикової діаграми (рис. 3.32). Це дозволяє оцінити фінансову силу та популярність кожної криптовалюти.



Рисунок 3.32 – Порівняння ринкової капіталізації

Після цього користувач може використовувати різні технічні індикатори, такі як RSI, MACD, ковзні середні (МА) та лінії Боллінджера, для глибшого аналізу та виявлення трендів ринку.

Індикатор RSI обчислюється на основі історичних даних про закриття цін криптовалют. На графіку представлено індекс відносної сили (RSI) для активу з маркуванням “MATIC” (рис. 3.33). Цей індекс є осцилятором моментуму, який використовується в технічному аналізі для вимірювання швидкості та зміни цінових рухів. RSI коливається від 0 до 100, і традиційно актив вважається перекупленим, коли RSI перевищує 70, та недокупленим, коли він нижче 30.

Основні точки на графіку:

- перекупленість ($RSI > 70$): Це може вказувати на те, що MATIC перекуплений і може бути схильний до корекції ціни;

– недокупленість ($RSI < 30$): Це може вказувати на те, що MATIC недокуплений і потенційно недооцінений, що може бути можливістю для покупки.

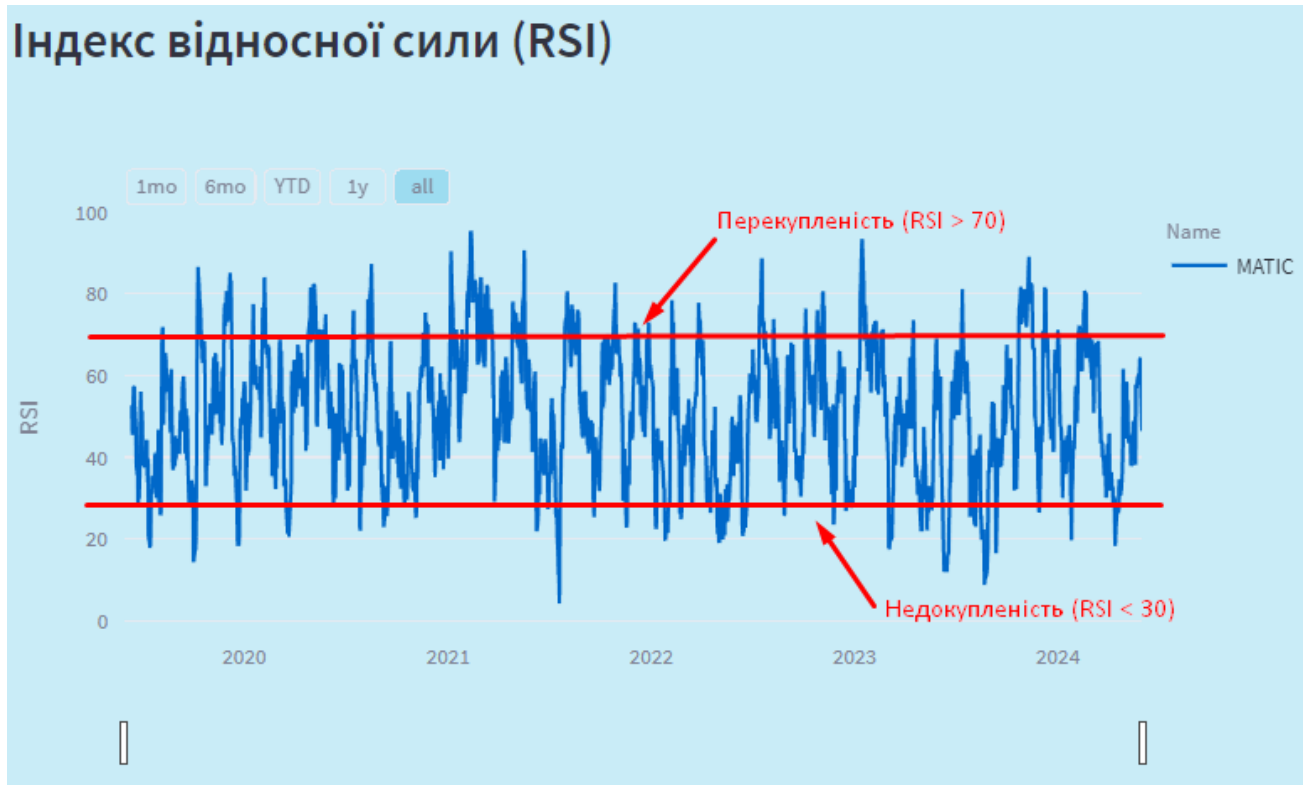


Рисунок 3.33 – Індекс відносної сили (RSI)

MACD розраховується як різниця між 12-денним і 26-денним експоненціальними ковзними середніми (EMA), а сигналова лінія є 9-денною EMA MACD. На графіку показано індикатор MACD для активу MATIC з січня 2021 року по січень 2024 року (рис. 3.34).

За період з січня 2021 по січень 2024 року, індикатор MACD показує декілька значних коливань, що вказує на зміну трендів та моментуму. Наприклад, велике підвищення MACD відбулося в середині 2021 року, що могло бути хорошим моментом для входу в позицію. В кінці 2022 року спостерігалось різке падіння, що могло бути сигналом до продажу.



Рисунок 3.34 – Індикатор конвергенції/дивергенції ковзних середніх (MACD)

Лінія MACD та сигнальна лінія використовуються разом для визначення потенційних моментів входу та виходу з ринку (рис. 3.35). Ось як це працює:

- сигнали купівлі: коли лінія MACD перетинає сигнальну лінію знизу вгору, це може бути сигналом до покупки. Це відбувається, коли короткострокова ковзна середня (зазвичай 12-денна) стає вищою за довгострокову ковзну середню (зазвичай 26-денна). Це може вказувати на початок висхідного тренду;

- сигнали продажу: коли лінія MACD перетинає сигнальну лінію зверху вниз, це може бути сигналом до продажу. Це відбувається, коли короткострокова ковзна середня стає нижчою за довгострокову ковзну середню. Це може вказувати на початок висхідного тренду;

- сигнали про зміну тренду: Коли лінія MACD та сигнальна лінія перетинають нульову лінію, це може вказувати на зміну тренду. Наприклад, якщо обидві лінії перетинають нульову лінію знизу вгору, це може вказувати на початок висхідного тренду. Навпаки, якщо обидві лінії перетинають нульову лінію зверху вниз, це може вказувати на початок низхідного тренду.



Рисунок 3.35 – Виявлення трендів за допомогою індикатора MACD

Ковзні середні МА обчислюються 50-денна та 200-денна. 50-денна МА представляє середню ціну активу за останні 50 днів, а 200-денна МА – за останні 200 днів (рис. 3.36).

На рисунку 3.36 відображено графік індикатора ковзних середніх (МА), де представлено динаміку вартості активу з назвою “MATIC” з 2020 по майже 2024 рік.

Ось основні моменти, які можна виділити:

- початковий ріст: значення MATIC різко зросло з початку 2020 року до початку 2021 року, досягнувши піку вище 2. Це може вказувати на високий попит або позитивний настрій на ринку в той період;
- зниження темпів зростання: після досягнення піку вартість MATIC зазнала коливань зі зниженням максимальних та мінімальних значень, що може свідчити про зниження інвестиційного інтересу та невизначеність серед учасників ринку;
- стабілізація: з кінця 2023 року індикатор стабілізувався приблизно на рівні нижче 1, що може свідчити про консолідацію цін після періоду волатильності.



Рисунок 3.36 – Індикатор ковзних середніх (МА)

Індикатор лінії Боллінджера (BB) використовується для вимірювання волатильності та ідентифікації перекупленості або перепроданості активу. Середня лінія зазвичай є простою ковзною середньою, а верхня та нижня лінії представляють стандартні відхилення від цієї середньої. На графіку 3.37 видно, що періоди високої волатильності (широкі лінії) чергуються з періодами низької волатильності (вузькі лінії). Ці періоди можуть вказувати на потенційні тренди або зміни в динаміці цін. Наприклад, звуження ліній може передувати різкому руху ціни.

Звертаючи увагу на взаємодію ціни MATIC з лініями BB, можна помітити, що піки та провали часто супроводжуються змінами в тренді. Це може бути корисним для трейдерів, які шукають моменти для входу або виходу з ринку.

Основні точки інтересу на графіку:

- максимумами, де ціна досягає або перевищує верхню лінію, що може вказувати на потенційні сигнали продажу;
- мінімумами, де ціна торкається або опускається нижче нижньої лінії, що може вказувати на потенційні сигнали купівлі.



Рисунок 3.37 – Індикатор лінії Боллінджера (BB)

Загалом, індикатор лінії Боллінджера на графіку MATIC показує, що актив переживав періоди значної волатильності, особливо в періоди, коли ціна торкалася або перетинала лінії індикатора. Це може бути важливим сигналом для аналізу майбутніх рухів ціни.

Далі на сторінці «Prediction» користувач може вибрати криптовалюту для прогнозування. Система показує історичну цінову лінійну діаграму та прогноз на шість місяців. Прогноз базується на аналізі часових рядів і враховує історичні дані та тренди для створення моделі прогнозування.

Графік криптовалюти дозволяє користувачам аналізувати історичні дані про ціну обраної криптовалюти за останні три роки (рис. 3.38). Також графік включає інструменти для масштабування та вибору періодів часу, що дозволяє користувачам детально досліджувати динаміку цін. Це візуальне представлення допомагає користувачам розуміти, як змінювалися ціни криптовалюти протягом часу, і приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.



Рисунок 3.38 – Графік криптовалюти за останні три роки

На графіку Ethereum (ETH) можна побачити три патерни: висхідний клин, прямокутник та подвійна вершина.

1. Східний клин формується, коли лінії тренду, які обмежують цінові коливання, збігаються вниз. Це відбувається, коли нижчі максимуми та нижчі мінімуми збігаються на графіку. Цей патерн часто вказує на зміну тренду. В даному випадку, східний клин може сигналізувати про можливе зростання ціни Ethereum після завершення патерну.

2. Прямокутник – це патерн на графіку цін, який вказує на період консолідації перед продовженням попереднього тренду. Він формується, коли ціна коливається в межах вузького діапазону, створюючи “прямокутник” між лініями опору та підтримки.

Важливо зауважити, що прямокутник є нейтральним патерном і не вказує на конкретний напрямок руху цін. Він просто показує, що ринок знаходиться в стані рівноваги між покупцями та продавцями.

3. Подвійна вершина – це патерн, який формується, коли ціна досягає двох послідовних максимумів з приблизно однаковим рівнем, розділеними мінімумом. Це вказує на сильний рівень опору, де пропозиція перевищує попит, змушуючи ціну знизитися. Після другого піку, якщо ціна зламає нижній рівень опору, це може сигналізувати про початок ведмежого тренду.

Ці патерни можуть бути корисними для технічного аналізу та прийняття рішень щодо торгівлі. Однак, завжди важливо враховувати інші фактори ринку та використовувати комплексний підхід.

У застосунку використано модель Prophet для прогнозування майбутніх цін на обрану криптовалюту на визначений період до 180 днів. Історичні дані спочатку формуються відповідно до вимог моделі, після чого модель тренується на цих даних.

Для побудови прогнозової моделі набір даних розбивається на навчаючу та тестову множини (80% та 20% зазвичай). Підгонка моделі здійснюється на даних навчаючої множини. У кінці процесу моделювання тестова множина використовується для оцінки якості побудованої моделі. Базова модель будується з використанням параметрів, прийнятий у Prophet по замовчуванню. Візуально отримані результати подаються у вигляді графіка цін на криптовалюту з реальними значеннями та розрахованими за побудованою моделлю (рис. 3.39).

На графіку відображається: 1) реальні значення навчаючої множини (чорні точки); 2) розраховані за побудованою моделлю значення (суцільна голуба лінія) зі світло-блакитною стрічкою, яка огинає цю лінію – це 80% довірчі інтервали відповідних передбачених значень; 3) прогнозні значення у правій частині графіку.

Також можна графічно відобразити окремі компоненти моделі часового ряду – тренд та сезонні компоненти – річну і тижневу (рис. 3.40).



Рисунок 3.39 – Прогноз криптовалюти

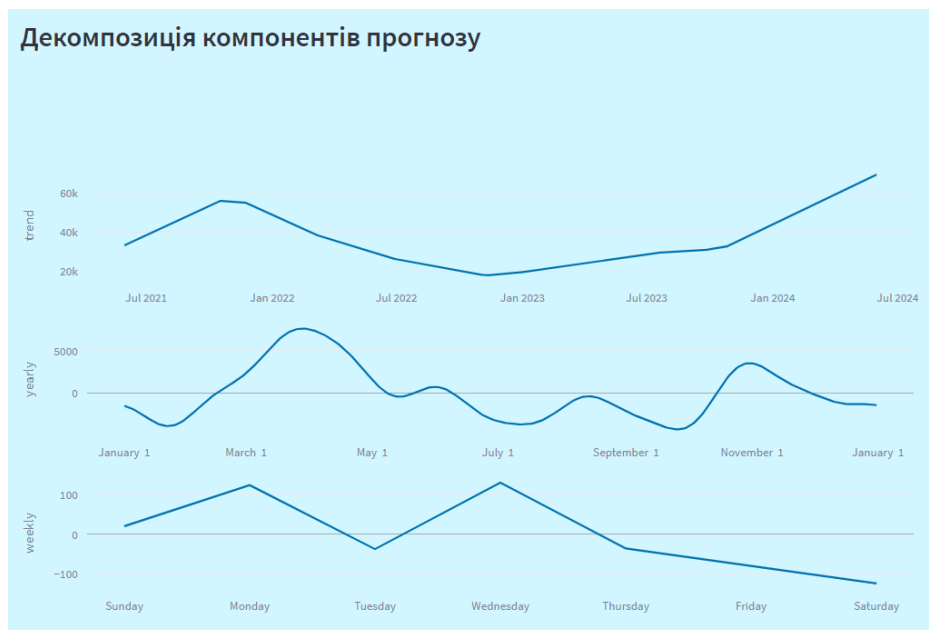


Рисунок 3.40 – Декомпозиція компонентів моделі часового ряду

Для оцінки якості та точності прогнозу тенденцій ринку криптовалют було використано описано нижче сукупність метрик.

1. Mean Absolute Error/Mean Absolute Derivation (MAE/MAD) – середнє абсолютне відхилення прогнозованих значень від фактичних:

$$MAE = MAD = \frac{1}{n} \sum_t^n |y_t - \hat{y}_t|, \quad (3.1)$$

де \hat{y}_t та y_t – прогнозоване та фактичне значення рівнів ряду.

Вважається що MAE/MAD повинен бути меншим за 10% від середнього значення фінансового часового ряду;

2. Mean Squared Error (MSE) – середньоквадратична похибка дає загальне уявлення, чи є помилки при прогнозуванні:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_t^n (y_t - \hat{y}_t)^2, \quad (3.2)$$

де \hat{y}_t та y_t – прогнозоване та фактичне значення рівнів ряду.

При підборі параметрів моделі та порівнянні декількох моделей обирають ті з них, для яких MSE буде мати менше значення;

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) – середня абсолютна похибка у відсотках:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|, \quad (3.3)$$

де \hat{y}_t та y_t – прогнозоване та фактичне значення рівнів ряду.

Точність прогнозу є: дуже високою, якщо MAPE менше 10%; високою, якщо MAPE становить 10-20%; задовільною, якщо MAPE становить 20-50%; незадовільною, якщо MAPE більше 50%.

Після побудови графіку з прогнозом використовується метод, який визначає частину фактичних даних, що відповідає довжині передбачень та обчислює метрики MAE, MSE та MAPE (рис. 3.41), використовуючи відповідні формули.

Оцінка якості прогнозу

	Metric	Value
0	MAE	2,361.1437
1	MSE	2,981.2411
2	MAPE	7.1606

Рисунок 3.41 – Оцінка якості прогнозу

Отримані значення MAE, MSE та MAPE свідчать про високу якість прогнозу. Високі значення цих метрик вказують на необхідність покращення моделі.

У таблиці 3.2 показано порівняння метрик оцінки якості прогнозування для різних горизонтів прогнозу – періодів упередження. Зважаючи на волатильність криптовалют, такі показники метрик, як MAE, MSE та MAPE, можуть значно варіюватися.

Таблиця 3.2 – Порівняння метрик оцінки якості прогнозування за певний проміжок часу

Кількість днів прогнозування	MAE	MSE	MAPE
1 день	2,356\$	2,972\$	7,15%
7 днів	2,566\$	3,265\$	7.67%
14 днів	3,034\$	3,996\$	8.82%
28 днів	4,222\$	5,703\$	11.9%
56 днів	6,796\$	8,637\$	19.13%
84 дні	8,979\$	11,245\$	25.62%
112 днів	10,929\$	13,561\$	31.34%

Наприклад, для Bitcoin, при середньодобових коливаннях ціни в межах кількох тисяч доларів, можна вважати нормальними наступні діапазони значень:

- MAE (Mean Absolute Error): від 1000 до 5000 доларів. Це означає, що середнє абсолютне відхилення прогнозованих значень від фактичних коливається в межах цієї суми;
- MSE (Mean Squared Error): від 2000 до 10,000 доларів. Оскільки цей показник підсилює більші помилки через квадратичну складову, він буде вищим за MAE;
- MAPE (Mean Absolute Percentage Error): від 5% до 15%. Цей відсотковий показник дозволяє оцінити помилку прогнозу відносно фактичних значень, що особливо важливо при аналізі волатильних активів, де абсолютні значення можуть мати значні коливання.

Ці діапазони показників слід сприймати як орієнтовні значення, які можуть змінюватись в залежності від періоду часу, ринкових умов та інших факторів, що впливають на волатильність криптовалют.

Висновки до розділу 3

У даному розділі описано процес розробки та програмну реалізацію інтелектуальної системи аналізу тенденцій ринку криптовалют. Система, яку розроблено, дозволяє створювати графіки, індекси та індикатори, необхідні для детального аналізу тенденцій ринку.

Для отримання даних використовується API криптобірж, включаючи CoinMarketCap та Yahoo Finance. Ці джерела надають історичні дані про ціни криптовалют та їх капіталізацію. На основі цих даних система будує графіки, які відображають як короткострокові, так і тривалі динаміки цін, а також різноманітні індекси, такі як BDI, AMCI, TCMC та CFGI, які допомагають отримати загальне уявлення про стан ринку.

Поміж іншими функціями, в системі реалізовані різноманітні технічні індикатори, такі як RSI, MACD, ковзні середні та лінії Боллінджера. Ці індикатори допомагають аналізувати та виявляти тренди на ринку криптовалют, що надає

користувачам додаткові інструменти для аналізу тенденцій ринку криптовалют. Система також забезпечує можливість прогнозування майбутніх цін на криптовалюту на основі моделі побудованої на історичних даних та трендах ринку, яка надає оцінку якості прогнозу за допомогою метрик (MAE, MSE та MAPE).

На основі здійсненого аналізу ринкових даних і застосованих технічних індикаторів користувачі можуть отримати глибоке розуміння ситуації на ринку криптовалют. Це допомагає їм приймати обґрунтовані рішення щодо торгівлі та інвестування, враховуючи не лише поточну динаміку, а й прогнозовані тенденції.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки. Ринок криптовалют є значущою складовою фінансової сфери, де проводяться операції з обміну та торгівлі цифровими активами. Використання методів аналізу та прогнозування дозволяє отримувати важливі дані щодо тенденцій ринку криптовалют та сприяє прийняттю обґрунтованих рішень стосовно інвестування.

У цьому контексті було проведено аналіз програмних засобів та методологій, які використовуються для прогнозування руху цін на криптовалютному ринку. Виявлено основні типи систем та програмних сервісів, що дозволяють здійснювати побудову прогнозів часових рядів: статистичні пакети (Python з бібліотеками pandas, numpy, scipy, R, SAS, SPSS), табличні процесори (MS Excel, Google Sheets, LibreOffice, CoinGecko, CoinMarketCap), пакети візуального проєктування (Power BI, Google Data Studio, Plotly та Matplotlib у Python). Вони мають широкий функціонал для проведення аналізу тенденцій ринку криптовалют та вбудовані засоби для реалізації багатьох моделей та методів інтелектуального аналізу та прогнозу. Проте їх використання потребує трудомісткого процесу розгортання та підтримки, що не завжди є системним та гнучким і вимагає знання мов програмування та розуміння на професійному рівні усіх етапів аналізу даних та обґрунтування вибору оптимальної прогнозної моделі. Відчутна потреба у розробці системи, яка має зручний та зрозумілий інтерфейс, є простою у налаштуванні й автоматизує усі етапи аналізу та прогнозування тенденцій ринку криптовалют.

Здійснений аналіз дозволив виявити велику кількість методів та моделей, які використовують для побудови аналізу тенденцій ринку криптовалют. Серед цих методів виділяються технічний аналіз, фундаментальний аналіз та соціальний аналіз. Технічний аналіз включає в себе використання різних моделей, таких як модель простої рухомої середньої (MA), індекс сили купівлі/продажу (RSI), відносна рухома середня дивергенція/конвергенція (MACD) та модель Боллінджера (Bollinger Bands). Фундаментальний аналіз базується на оцінці

фінансових показників та факторів, що впливають на ціни криптовалют. Соціальний аналіз використовує дані з соціальних мереж і форумів для виявлення настроїв та тенденцій серед учасників ринку. Цей різноманітний підхід дозволяє здійснювати більш точні та комплексні прогнози щодо динаміки цін криптовалют.

Важливе значення для побудови аналізу та прогнозування тенденцій на ринку криптовалют має використання різноманітних індексів. Важливо виявити та врахувати ключові показники, що відображають динаміку цього ринку. Індекси можуть охоплювати різні аспекти, включаючи капіталізацію, обсяг торгів, волатильність та інші фундаментальні та технічні показники. Інтегруючи ці індекси в аналітичні моделі, можна отримати більш об'єктивні та точні прогнози щодо майбутніх тенденцій криптовалютного ринку.

Для розробки системи аналізу тенденцій ринку криптовалют обґрунтовано використання середовища розробки Visual Studio Code. Основною мовою для створення цього веб-застосунку використовується мова програмування Python, спільно з бібліотеками та фреймворком Streamlit, для розробки веб-інтерфейсу. Для побудови графіків використовується бібліотека Plotly Express, для збирання та обробки даних використовується бібліотека Pandas. Передача даних між клієнтом та сервером забезпечується за допомогою бібліотеки Requests.

Розроблено та здійснено програмну реалізацію інтелектуальної системи аналізу тенденцій ринку криптовалют, яка дозволяє створювати графіки, індекси та індикатори, необхідні для детального аналізу тенденцій ринку. Для отримання даних про ціни криптовалют та їх капіталізацію використовується API криптобірж, включаючи CoinMarketCap та Yahoo Finance. На основі цих даних система будує графіки, які відображають як короткострокові, так і тривалі динаміки цін, а також індекси (BDI, AMCI, TCMC, CFGI) та технічні індикатори (RSI, MACD, ковзні середні та лінії Боллінджера). Система також забезпечує можливість прогнозування майбутніх цін на криптовалюту на основі моделі побудованої на історичних даних та трендах ринку, яка надає оцінку якості прогнозу за допомогою метрик (MAE, MSE та MAPE).

На основі здійсненого аналізу ринкових даних і застосованих технічних індикаторів користувачі можуть отримати глибоке розуміння ситуації на ринку криптовалют. Розроблена система аналізу та прогнозування тенденцій ринку криптовалют є потужним інструментом, що забезпечує всебічний аналіз, підтримку прийняття рішень та підвищення ефективності інвестування.

Поставлені завдання виконано, однак у подальшому функціонал системи може бути розширено за рахунок додавання нових індикаторів аналізу ринку, інтеграції з додатковими джерелами даних для більш повного охоплення ринкової інформації, реалізації більш складних моделей машинного навчання для підвищення точності прогнозів, а також розширення можливостей користувача щодо налаштування та автоматизації аналітичних процесів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Іванов М. П., Гострик О. М. Аналіз ринку криптовалют і його особливості в сучасних умовах / Інформаційні технології в економіці і управлінні : зб. наук. студ. праць. Одеса : ОНЕУ, 2020. Вип. 2. С. 12–22.
2. Вінья П., Кейсі М. Епоха криптовалют. Як біткоїн та блокчейн змінюють світовий економічний порядок. 2018. 432 с.
3. Які бувають криптовалюти і чим вони відрізняються : вебсайт. URL: <https://inventure.com.ua/uk/analytics/articles/yaki-buvayut-kriptovalyuti-i-chim-voni-vidriznyayutsya> (дата звернення: 17.04.2024).
4. Мармоза А.Т. Теорія статистики : підручник. К.: Центр учбової літератури, 2013. 592 с.
5. Casey M.J. The Age of Cryptocurrency: How Bitcoin and the Blockchain Are Challenging the Global Economic Order / M.J. Casey – London: St. Martin's Press, 2015. – 368 p.
6. Приходько Д. Криптовалюта. Навчальний посібник по роботі з цифровими активами. 2016. №7. С. 72-85.
7. Галушка Є. О., Пакон О. Д. Сутність криптовалют та перспективи їх розвитку. Молодий вчений. 2019. № 4, (44). Квітень. С. 634–638.
8. Що таке індекси криптовалют? : вебсайт. URL: <https://blog.trusteeglobal.com/ru/indeks-kriptovalyut-chto-eto-i-top-10-vazhnyh-kriptoindekov-2/> (дата звернення: 18.04.2024).
9. Долгіх А.О., Байбуз О.Г. Аналіз методів, моделей та програмних засобів прогнозування часових рядів. Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. 2018. №79. С. 74-85.
10. Прогнозування та аналіз часових рядів : методичні вказівки / укл. Юрченко М. Є. Чернігів : ЧНТУ, 2018. 78 с.

11. Технічний аналіз криптовалютного ринку : вебсайт. URL: <https://www.binance.com/ru/blog/markets/как-проводить-технический-анализ-криптовалютного-рынка-1507239240565689107> (дата звернення: 18.04.2024).
12. Основи та методи технічного аналізу : вебсайт. URL: <https://articles.opexflow.com/uk/analysis-methods-and-tools/osnovy-i-metody-technicheskogo-trejdinga.htm> (дата звернення: 19.04.2024).
13. Індикатори, що використовуються в технічному аналізі : вебсайт. URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/5-essential-indicators-used-in-technical-analysis> (дата звернення: 20.04.2024).
14. Найкращі інструменти для початківців криптографів : вебсайт. URL: <https://cryptomus.com/uk/blog/best-crypto-market-checker-tools-for-tracking-and-analyzing-cryptocurrency-markets> (дата звернення: 21.04.2024).
15. Графічні моделі перелому тенденції : вебсайт. URL: https://stud.com.ua/22256/finansi/grafichniy_analiz_tsinnih_paperiv (дата звернення: 24.04.2024).
16. Harvey A. C. Time Series Models. 2nd Edition. Cambridge : The MIT Press, 1993. 308 p.
17. Visual Studio Code - Code Editing. Visual Studio Code : вебсайт. URL: <https://code.visualstudio.com/> (дата звернення: 28.04.2024).
18. Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. Coinmarketcap : вебсайт. URL: <https://coinmarketcap.com> (дата звернення: 28.05.2024).
19. Підручник з Python – Документація : вебсайт. URL: <https://docs.python.org/uk/3/tutorial/index.html> (дата звернення: 01.05.2024).
20. Структури даних в Python : вебсайт. URL: <https://programming.in.ua/programming/python/219-python-structure-of-data.html> (дата звернення: 07.05.2024).
21. Streamlit : вебсайт. URL: <https://streamlit.io> (дата звернення: 03.05.2024).
22. Python Tutorial – Streamlit : вебсайт. URL: <https://www.datacamp.com> (дата звернення: 10.05.2024).

23. Створення веб-програм для візуалізації даних за допомогою Streamlit : вебсайт. URL: <https://dev-gang.ru/article/sozdanie-vebprilozhenija-dlja-vizualizacii-dannyh-s-ispolzovaniem-pythonstreamlit-ruik5c1774/> (дата звернення: 11.05.2024).
24. Найпопулярніші бібліотеки Python : вебсайт. URL: <https://foxminded.ua/ru/biblioteki-python/> (дата звернення: 12.05.2024).
25. Pandas – Python Data Analysis Library: website. URL: <https://pandas.pydata.org> (дата звернення: 15.05.2024).
26. Plotly Open Source Graphing Library for Python : website. URL: <https://vitalflux.com/different-types-of-time-series-forecasting-models/> (дата звернення: 13.05.2024).
27. Yfinance Library – A Complete Guide : website. URL: <https://matplotlib.org> (дата звернення: 15.05.2024).
28. Python's Requests Library : website. URL: <https://realpython.com/python-requests/> (дата звернення: 15.05.2024).
29. Forecasting at Scale : website. URL: <https://peerj.com/preprints/3190.pdf> (дата звернення: 16.05.2024).
30. Prophet – Automatic Forecasting Procedure : website. URL: <https://rupi.org/project/fbprophet/> (дата звернення: 16.05.2024).
31. Основи API : вебсайт. URL: https://cloud.itstep.org/blog_3/what-is-an-api-why-is-it-used-by-programmers-and-the-basics-of-working-with-it (дата звернення: 17.05.2024).
32. Андрусенко Ю.О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних сил. 2020. № 3(65). С. 91-96.
33. Different types of Time-series Forecasting Models. Data Analytics : website. URL: <https://vitalflux.com/different-types-of-time-series-forecasting-models/> (дата звернення: 19.05.2024).
34. The Complete Guide to Time Series Models. Built-in. Data Science : website. URL: <https://builtin.com/data-science/time-series-model> (дата звернення: 19.05.2024).

35. Introduction to the Fundamentals of Time Series Data and Analysis. APTECH: website. URL: <https://www.aptech.com/blog/introduction-to-the-fundamentals-of-time-series-data-and-analysis/> (дата звернення: 20.05.2024).

36. Woodward W. A., Sadler B. P., Robertson S. Time Series for Data Science: Analysis and Forecasting. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2022. 506 p. (дата звернення: 20.05.2024).

ДОДАТОК А

Головна сторінка “Home”

```
import streamlit as st

st.set_page_config(
    page_title="Home",
    page_icon="🏠",
    initial_sidebar_state="expanded",
    layout='centered'
)

st.markdown(
    """
    <div style='background-color: #4169E1; padding: 20px; border-radius: 50px; width: 100%;'>
      <h1 style='color: white; text-align: center;'>Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют</h1>
    </div>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)

st.markdown(
    """
    <style>
    .stApp {
      background-image: url('https://img.freepik.com/free-vector/gradient-stock-market-concept_23-2149166929.jpg?size=626&ext=jpg&ga=GA1.1.34264412.1715990400&sem=ais_user');
      background-size: cover;
      background-repeat: no-repeat;
    }
    </style>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)

st.markdown(
    """
    <style>
    .container {
      background-color: #6495ED;
      padding: 15px;
      border-radius: 20px;
      width: 90%;
      margin: 10px auto;
    }
    .title {
      color: white;
      font-size: 24px;
    }
    .subtitle {
      color: white;
      text-align: center;
      font-size: 18px;
    }
    </style>
    <div class='container'>
  """

```

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
Інтелектуальна система аналізу тенденцій ринку криптовалют

```
<h1 class='title'>Застосунок надає користувачам широкі можливості для аналізу тенденцій ринку  
криптовалют.</h1>  
</div>  
<div class='container'>  
<h1 class='title'>  
На кожній сторінці відображається відповідна інформація про криптовалюти:<br>  
«Details» – графіки;<br>  
«Index» – ринкові індекси;<br>  
«Analysis» – технічні індикатори для аналізу;<br>  
«Prediction» – прогнози.  
</h1>  
</div>  
""",  
unsafe_allow_html=True  
)
```

ДОДАТОК Б

Сторінка “Details”

```

import streamlit as st
import plotly.graph_objs as go
import yfinance as yf
import requests

st.set_page_config(
    page_title="Details",
    page_icon="🔍",
    initial_sidebar_state="expanded"
)

sources = st.sidebar.expander('Джерело даних')
sources.write("[CoinMarketCap](https://coinmarketcap.com/uk/)")

class Crypto:
    def __init__(self, name, symbol):
        self.__name = name
        self.__symbol = symbol
        self.ticker = symbol + "-USD"
        self.initialize = yf.Ticker(self.ticker)
        self.data_1d = self.initialize.history(period="1d", interval="5m")
        self.data_3y = self.initialize.history(period="3y", interval="1d")

    def fetch_data(self):
        url = f"https://pro-api.coinmarketcap.com/v1/cryptocurrency/quotes/latest"
        parameters = {
            'symbol': self.__symbol
        }
        headers = {
            'Accepts': 'application/json',
            'X-CMC_PRO_API_KEY': '95fc1a6d-625d-4aae-9ecb-af3e92d8a300',
        }
        response = requests.get(url, headers=headers, params=parameters)
        data = response.json()
        return data['data'][self.__symbol]['quote']['USD']['price']

    def make_candlestick(self):
        fig = go.Figure()

        fig.add_trace(go.Candlestick(x=self.data_1d.index,
            open=self.data_1d['Open'],
            high=self.data_1d['High'],
            low=self.data_1d['Low'],
            close=self.data_1d['Close'], name = 'market data'))

        fig.update_layout(
            title=self.__name + ' - 24-годинний свічковий графік',
            yaxis_title=self.__name + ' Price (in US Dollars)'
        )

        fig.update_xaxes(
            ranglider_visible=True,
            rangeselector=dict(
                buttons=list([

```

```

        dict(count=15, label="15m", step="minute", stepmode="backward"),
        dict(count=45, label="45m", step="minute", stepmode="backward"),
        dict(count=1, label="HTD", step="hour", stepmode="todate"),
        dict(count=6, label="6h", step="hour", stepmode="backward"),
        dict(step="all")
    ])
)
)

cs = fig.data[0]

cs.increasing.fillcolor = '#3D9970'
cs.increasing.line.color = '#3D9970'
cs.decreasing.fillcolor = '#FF4136'
cs.decreasing.line.color = '#FF4136'

return fig

def make_line_price(self):
    df = self.data_3y.reset_index()
    for i in ['Open', 'High', 'Close', 'Low']:
        df[i] = df[i].astype('float64')

    fig = go.Figure([go.Scatter(x=df['Date'], y=df['High'])])

    fig.update_layout(
        title=self.__name + ' - Діаграма за 3 роки',
        yaxis_title=self.__name + ' Price (in US Dollars)'
    )

    fig.update_xaxes(
        rangeflider_visible=True,
        rangeselector=dict(
            buttons=list([
                dict(count=1, label="1mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=6, label="6mo", step="month", stepmode="backward"),
                dict(count=1, label="YTD", step="year", stepmode="todate"),
                dict(count=1, label="1y", step="year", stepmode="backward"),
                dict(step="all")
            ])
        )
    )

return fig

def get_info(self):
    info = self.initialize.info
    description = info.get('longBusinessSummary')
    return description

st.markdown(
    """
    <div style='background-color: #4169E1; padding: 10px; border-radius: 100px; width: 100%;>
        <h2 style='color: white; text-align: center;'>Огляд криптовалют</h2>
    </div>
    """
    ,
    unsafe_allow_html=True
)

```

```
crypto_name = ["Bitcoin (BTC)", "Ethereum (ETH)", "XRP (XRP)", "Tether (USDT)", "Dogecoin (DOGE)", "Cardano (ADA)", "Polygon (MATIC)", "Binance Coin (BNB)", "USD Coin (USDC)", "Binance USD (BUSD)"]

selected = st.selectbox("-", crypto_name)

words = selected.split(" ")
crypto_name = " ".join(words[:-1])
crypto_symbol = words[-1].strip("(")

crypto_details = Crypto(crypto_name, crypto_symbol)
crypto_price = crypto_details.fetch_data()
crypto_candlestick = crypto_details.make_candlestick()
crypto_info = crypto_details.get_info()
crypto_line = crypto_details.make_line_price()

st.subheader(f"{crypto_name} ({crypto_symbol})")

st.write(f"Current Price: ${crypto_price}")
st.plotly_chart(crypto_line)
st.plotly_chart(crypto_candlestick)
```

ДОДАТОК В

Сторінка “Index”

```

import streamlit as st
import plotly.graph_objs as go
import requests

st.set_page_config(
    page_title="Index",
    page_icon="🔍",
    initial_sidebar_state="expanded"
)
sources = st.sidebar.expander('Джерело даних')
sources.write("[CoinMarketCap](https://coinmarketcap.com/uk/)")

class CryptoIndices:
    def __init__(self):
        self.cmc_url = "https://pro-api.coinmarketcap.com/v1/global-metrics/quotes/latest"
        self.fng_url = "https://api.alternative.me/fng/"
        self.headers_cmc = {
            'Accepts': 'application/json',
            'X-CMC_PRO_API_KEY': '95fc1a6d-625d-4aae-9ecb-af3e92d8a300',
        }

    def fetch_data(self):
        response_cmc = requests.get(self.cmc_url, headers=self.headers_cmc)
        data_cmc = response_cmc.json()
        bitcoin_dominance = data_cmc['data']['btc_dominance']
        altcoin_dominance = data_cmc['data']['eth_dominance']
        market_cap_index = data_cmc['data']['quote']['USD']['total_market_cap']

        response_fng = requests.get(self.fng_url)
        data_fng = response_fng.json()
        fng_index = int(data_fng['data'][0]['value'])

        return bitcoin_dominance, altcoin_dominance, market_cap_index, fng_index

crypto_indices = CryptoIndices()

bitcoin_dominance, altcoin_dominance, market_cap_index, fng_index = crypto_indices.fetch_data()
st.markdown(
    """
    <div style='background-color: #4169E1; padding: 10px; border-radius: 100px; width: 100%;>
        <h2 style='color: white; text-align: center;>Індекси криптовалюти</h2>
    </div>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)

st.subheader("Індекс ринкової капіталізації криптовалюти")
fig_market_cap_index = go.Figure(go.Indicator(
    mode="number",
    value=market_cap_index,
    title={'text': "Cryptocurrency Market Cap Index"}))
st.plotly_chart(fig_market_cap_index)

st.subheader("Індекс домінування біткоїна")

```

```

fig_bitcoin_dominance = go.Figure(go.Indicator(
    mode="gauge+number",
    value=bitcoin_dominance,
    domain={'x': [0, 1], 'y': [0, 1]},
    title={'text': "Bitcoin Dominance Index"},
    gauge={'axis': {'range': [None, 100]},
        'bar': {'color': "darkblue"},
        'steps': [
            {'range': [0, 20], 'color': "lightgray"},
            {'range': [20, 50], 'color': "gray"},
            {'range': [50, 80], 'color': "lightgray"},
            {'range': [80, 100], 'color': "gray"}],
        'threshold': {'line': {'color': "red", 'width': 4}, 'thickness': 0.75, 'value': bitcoin_dominance}}))
st.plotly_chart(fig_bitcoin_dominance)

st.subheader("Індекс домінування альткоїнів")
fig_altcoin_dominance = go.Figure(go.Indicator(
    mode="gauge+number",
    value=altcoin_dominance,
    domain={'x': [0, 1], 'y': [0, 1]},
    title={'text': "Altcoin Dominance Index"},
    gauge={'axis': {'range': [None, 100]},
        'bar': {'color': "darkgreen"},
        'steps': [
            {'range': [0, 20], 'color': "lightgray"},
            {'range': [20, 50], 'color': "gray"},
            {'range': [50, 80], 'color': "lightgray"},
            {'range': [80, 100], 'color': "gray"}],
        'threshold': {'line': {'color': "red", 'width': 4}, 'thickness': 0.75, 'value': altcoin_dominance}}))
st.plotly_chart(fig_altcoin_dominance)

st.subheader("Індекс криптостраху та жадібності")
fig_fng_index = go.Figure(go.Indicator(
    mode="number",
    value=fng_index,
    title={'text': "Crypto Fear and Greed Index"},
    number={'suffix': ' / 100', 'valueformat': '.0f'},
    domain={'x': [0, 1], 'y': [0, 1]}
))
st.plotly_chart(fig_fng_index)

```

ДОДАТОК Г

Сторінка “Analysis” (Головні функції)

```
def calculate_rsi(data, window=14):
    delta = data["Close"].diff()
    gain = (delta.where(delta > 0, 0)).rolling(window=window).mean()
    loss = (-delta.where(delta < 0, 0)).rolling(window=window).mean()
    rs = gain / loss
    rsi = 100 - (100 / (1 + rs))
    return rsi

def calculate_macd(data, short_window=12, long_window=26):
    short_ema = data["Close"].ewm(span=short_window, min_periods=1, adjust=False).mean()
    long_ema = data["Close"].ewm(span=long_window, min_periods=1, adjust=False).mean()
    macd = short_ema - long_ema
    signal_line = macd.ewm(span=9, min_periods=1, adjust=False).mean()
    return macd, signal_line

def calculate_bollinger_bands(data, window=20):
    rolling_mean = data["Close"].rolling(window=window).mean()
    rolling_std = data["Close"].rolling(window=window).std()
    upper_band = rolling_mean + (rolling_std * 2)
    lower_band = rolling_mean - (rolling_std * 2)
    return rolling_mean, upper_band, lower_band

def calculate_ma(data, window=50):
    return data["Close"].rolling(window=window).mean()

for crypto in selected:
    crypto_data = data["data"][crypto]
    market_cap = crypto_data["quote"]["USD"]["market_cap"]
    marketcap_list.append(market_cap)

    ticker = yf.Ticker(crypto + '-USD')
    hist = ticker.history(period='5y', interval='1d')
    hist["RSI"] = calculate_rsi(hist)
    hist["50MA"] = calculate_ma(hist, window=50)
    hist["200MA"] = calculate_ma(hist, window=200)
    hist["MACD"], hist["Signal Line"] = calculate_macd(hist)
    hist["Rolling Mean"], hist["Upper Band"], hist["Lower Band"] = calculate_bollinger_bands(hist)
    hist["Name"] = crypto
    dataframe_list.append(hist)
```


ДОДАТОК Д

Сторінка “Prediction”

```

import streamlit as st
import yfinance as yf
import plotly.graph_objs as go
from prophet import Prophet
from prophet.plot import plot_plotly
import pandas as pd
import numpy as np

st.set_page_config(
    page_title="Prediction",
    page_icon="📊",
    initial_sidebar_state="expanded",
)

sources = st.sidebar.expander('Джерело даних')
sources.write("[Yahoo Finance](https://finance.yahoo.com)")

class Prediction:
    def __init__(self, name, symbol):
        self.name = name
        self.symbol = symbol

    def getData(self):
        ticker = self.symbol + "-USD"
        initialize = yf.Ticker(ticker)
        data = initialize.history(period='3y', interval='1d')
        data.reset_index(inplace=True)
        data['Date'] = pd.to_datetime(data['Date'])
        data['Date'] = data['Date'].dt.date
        return data

    def getDataForPrediction(self):
        ticker = self.symbol + "-USD"
        initialize = yf.Ticker(ticker)
        data = initialize.history(period='3y', interval='1d')
        data.reset_index(inplace=True)
        data['Date'] = pd.to_datetime(data['Date'])
        data['Date'] = data['Date'].dt.date
        data = data.rename(columns={"Date": "ds", "Close": "y"})
        return data

    def visualize(self, data):
        for i in ['Open', 'High', 'Close', 'Low']:
            data[i] = data[i].astype('float64')

        fig = go.Figure([go.Scatter(x=data['Date'], y=data['High'])])

        fig.update_layout(
            yaxis_title = 'Price (in US Dollars)'
        )

        fig.update_xaxes(
            rangeflider_visible=True,
            rangeselector=dict(

```

```

        buttons=list([
            dict(count=1, label="1mo", step="month", stepmode="backward"),
            dict(count=6, label="6mo", step="month", stepmode="backward"),
            dict(count=1, label="YTD", step="year", stepmode="todate"),
            dict(count=1, label="1y", step="year", stepmode="backward"),
            dict(step="all")
        ])
    )
)

return fig

def predict(self, data, periods):
    model = Prophet()
    model.fit(data)

    future = model.make_future_dataframe(periods=periods)
    prediction = model.predict(future)

    fig = plot_plotly(m=model, fcst=prediction, xlabel='Date', ylabel='Closing Price (in USD)', figsize=(700,500))
    return prediction, fig

def evaluate_model(self, data, prediction):
    true_data = data[-len(prediction):]['y'].values
    predicted_data = prediction['yhat'][-len(true_data):].values

    mae = np.mean(np.abs(true_data - predicted_data))
    mse = np.sqrt(np.mean((true_data - predicted_data) ** 2))
    mape = np.mean(np.abs((true_data - predicted_data) / true_data)) * 100

    metrics = pd.DataFrame({
        "Metric": ["MAE", "MSE", "MAPE"],
        "Value": [mae, mse, mape]
    })
    return metrics

st.markdown(
    """
    <div style='background-color: #4169E1; padding: 10px; border-radius: 100px; width: 100%;>
    <h2 style='color: white; text-align: center;>Прогнозування криптовалют</h2>
    </div>
    """,
    unsafe_allow_html=True
)

crypto_name = ["Bitcoin (BTC)", "Ethereum (ETH)", "XRP (XRP)", "Tether (USDT)", "Dogecoin (DOGE)", "Cardano (ADA)", "Polygon (MATIC)", "Binance Coin (BNB)", "USD Coin (USDC)", "Binance USD (BUSD)"]

selected = st.selectbox(label='-', options=crypto_name)

words = selected.split(" ")
crypto_name = " ".join(words[:-1])
crypto_symbol = words[-1].strip("(")

crypto_predict = Prediction(crypto_name, crypto_symbol)

crypto_data_3y = crypto_predict.getData()
crypto_data_for_prediction = crypto_predict.getDataForPrediction()

st.subheader('Графік криптовалюти')
```

```
st.plotly_chart(crypto_predict.visualize(crypto_data_3y))

st.subheader('Прогноз криптовалюти')
periods = st.slider(label="Виберіть кількість днів для прогнозування:", min_value=1, max_value=180, step=1)
st.write(f"Прогноз на {periods} день(-ів)")
prediction, fig = crypto_predict.predict(crypto_data_for_prediction, periods=periods)
st.plotly_chart(fig)

st.subheader('Оцінка якості прогнозу')
metrics = crypto_predict.evaluate_model(crypto_data_for_prediction, prediction)
st.table(metrics)
```